

Akademik



ET VE SÜT KURUMU Dergisi



YIL: 2021 SAYI:1
www.esk.gov.tr



Değerli Okurlar,

Tarım ve Orman Bakanlığı olarak halkımızın güvenilir ve sağlıklı gıda ihtiyaçlarını karşılamak adına verimli ve sürdürülebilir bir tarım sektörünü daha da büyütmek istiyoruz. AR-GE ve teknoloji farkıyla, iklime uygun uygulamalar, iklim değişiminden ve iş gücü maliyetlerinden bağımsız çalışmalar bize çok boyutlu hız kazandırmıştır.

"Sağlıklı Gıdaya Erişim Güvencesi" millî politikamızın en temel faktörü olarak Bakanlığımız çalışmalarının çıkış noktasıdır. Gelecekle ilgili planlarımızın önceliğinde hayvan varlığımızı artırmak ve desteklerimizle milletimizi hayvancılığa teşvik etmek vardır. Millî üretimin desteklenmesi, üretilen ve ihtiyaç duyulan gıdanın en güvenli şekilde sofraya gelmesi bizim için kritik bir öneme sahiptir.

'Güçlü Tarım, Güçlü Türkiye' ilkesiyle rekabetçi, teknolojik ve sürdürülebilir üretim modelleri için üreticimizle birlikte, omuz omuza çalışmaya devam edeceğiz. Hedefimiz yakaladığımız başarıyı daha da ileri taşımak.

Et ve Süt Kurumumuz, Et ve Balık Kurumunun devamı olmakla birlikte kurumsal tecrübesiyle 69 yıldır kesintisiz şekilde sağladığı pazar ve fiyat garantisiyle, ülkemizde hayvancılığın güçlenmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Et ve Süt Kurumu uyguladığı politikalar ile hayvan alım fiyat garantisini oluşturarak kaliteli besicilik yapılmasını, karkas ortalamalarının artmasını ve et sanayinin gelişmesini sağlamıştır.

1952 yılında kurulan Et ve Balık Kurumu Ülkemiz hayvancılık sektörünün mihenk taşı olarak önemli faaliyetlere imza atarken kurulduğu günden itibaren çok önemli yayınları da ülkemize kazandıran bir kurum olmuştur.

Bugün ilk sayısını yayımlayan Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi'nin, 1950'li yıllarda yayımlanmaya başlayan fakat 1993'lü yıllarda özelleştirilme surecinde sekteye uğrayan Balık ve Balıkçılık Dergisi, Et Endüstrisi, Et ve Balık Endüstrisi ile Et ve Balık Kurumu Dergilerinin mirasını taşıyor olması bizleri ayrıca gururlandırıyor.

Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi adıyla yeniden yayımlanmaya başlayan bu değerli çalışmanın gıda ve hayvancılık sektörüne ve üniversitelerimizle iş birliği içinde gerçekleştirilecek bilimsel faaliyetlere önemli katkılar sağlayacağına inanıyorum.

Nisan ayı baharın habercisidir. Güneş yüzünü gösterir, ağaçlar filizlenir, insana neşe getirir. Göz alabildiğince yeşil uzanan meralarımızda taze toprak kokusu eksik olmasın inşallah. Başakların bereketi hayatınıza değsin.

Dr. Bekir PAKDEMİRLİ
Tarım ve Orman Bakanı



SUNUŞ

Türkiye'nin her bölgesinde sürdürülen hayvancılık, hem temel besin kaynağı hem de geçim kaynağı olarak ülkemiz için yüksek düzeyde önem arz etmektedir. Et ve Süt Kurumu, 1952 yılından bugüne ülkemizde et endüstrisinin kurulmasına liderlik etmiştir. Hayvancılık sektörünün daha fazla gelişmesi için devletin yönlendirici etkisi önem kazanmakta, dolayısıyla Et ve Süt Kurumuna yönelik beklentiler bu doğrultuda her geçen gün artmaktadır.

Et ve Balık Kurumu yeni adıyla Et ve Süt Kurumu, hayvancılığın bir ticari sektör haline gelmesini sağlayarak veteriner hekimler kontrolünde kasaplık hayvan alım ve kesimlerini yapmış ve halk sağlığı önceliğiyle aseptik şartlarda güvenli ve kaliteli et üretmek için kombinalarını faaliyete geçirmiş ve ülke hayvancılığının geliştirilmesini, verimliliğin artırılmasını hedeflemiştir. Bununla birlikte, et sanayiinde üretim standartlarının oluşturulması amacı ile Karkas Sınıflandırma Sisteminin ülkemizde uygulamaya geçilmesi hususunda, Kurumumuzca gerekli adımlar atılmıştır.

1993 yılında başlayan özelleştirme süreçlerinin ardından, 2005 yılında bu kapsamdan çıkarılarak yeniden yapılandırılan Kurumumuz 70 yıla yakın tecrübesiyle mevcut 12 Kombinası, İstanbul Et İşletme Müdürlüğü olmak üzere toplam 13 adet iş yeri ve satış mağazaları ile faaliyetlerini sürdürmektedir. Üreticilerimize fiyat ve pazar garantisi, halkımıza ekonomik kaliteli et ve et ürünleri sunabilmek amacı ile faaliyetlerimizi sürdürüyoruz. Bu amaca uygun şekilde modern tesisler inşa ediyoruz. Yozgat Süt İşleme Tesisi ve Trabzon Kombinamızı yakın zamanda hizmete açarak ülke ekonomisine kazandıracağız.

Kurumsal tecrübelerimizi akademik çalışmalarla taçlandırmak ilk hedefimiz

Üniversitelerimizin değerli bilim adamları ile iş birliği içinde, Kurumumuzun fiziki ve teknik olanaklarını kullanarak AR-GE faaliyetlerimizi sürdürmek amacından hareketle *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisini* yayımlamak için bir süredir kollar sıvandı ve ilk sayımızda sizlerle beraberiz.

1952 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobioloji Enstitüsü tarafından yayınlanmış Balık ve Balıkçılık Dergisi, Et ve Balık Kurumunun desteğiyle yayın hayatına girmiş ve 1954'te tamamen Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü tarafından yayımlanmıştır. Dergimiz, 1966 yılından itibaren Et Endüstrisi, Et ve Balık Endüstrisi, Et ve Balık Kurumu ve son olarak Et ve Balık Ürünleri A. Ş. adıyla yayımlanmış 1993 yılında kurumun özelleştirme kapsamına girmesi ile yayın sürecine bugüne kadar ara vermiştir.

2021 yılı itibarıyla yayın hayatına başlayan *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi*, bilimsel makalelerin yer verileceği, Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü'nün *ulusal ve hakemli dergisidir*.

Dergimize emeği geçen değerli Hakemler Kuruluna, kıymetli bilgi ve tecrübeleriyle destek olan Danışma ve Yayın Kuruluna, Editörlerimize ve dergimize katkı sağlayıp makalelerini bizlere ulaştıran yayın sahiplerine sonsuz teşekkürler.

Uzun soluklu ve faydalı olması dileğiyle…

Osman UZUN
Yönetim Kurulu Başkanı
Genel Müdür



Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi'ni bilim camiasına tekrar kazandırmaktan onur duyuyoruz. Emeği geçenlere şükranlarımızı sunarız.

Dr. Cemal ÇALIK
Genel Yayın Yönetmeni
Baş Editör



YIL: 2021 SAYI: 1
ISSN 2757-5470 e-ISSN 2757-9239

YAYINCI
Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü

YAYIN SAHİBİ
Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü Adına
Osman UZUN
Yönetim Kurulu Başkanı - Genel Müdür

GENEL YAYIN YÖNETMENİ - BAŞ EDİTÖR
Dr. Cemal ÇALIK

EDİTÖR
Dr. İsmail Erim KÖSEOĞLU

MİZANPAJ EDİTÖRÜ
Ayşe KAPLAN

YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ - TEKNİK EDİTÖR
Süleyman DÜNDAR

YAYIN KOORDİNATÖRÜ
Prof. Dr. Kemal Kaan TEKİNŞEN

YAYIN İDARE MERKEZİ - ADRES
İşçi Blokları Mah., Muhsin Yazıcıoğlu Cad.,
No: 51/B 06530 Yüzüncüyıl, Çankaya / Ankara

YAYIN İDARE MERKEZİ - TELEFON
0 (312) 284 36 70

YAYIN PERİYODU
Yılda 2 defa

YAYININ TÜRÜ
Yerel süreli ve hakemli

BASKI YERİ - ADRESİ
Hazar Reklam Matbaacılık Yayıncılık Danışmanlık
Kazım Karabekir Cad. Kültür Çarşısı No:7/56-57

BASKI TARİHİ
MART 2021

Dergimiz
http://esk.gov.tr/tr/akademiketvesutkurumudergisi
adresi üzerinden elektronik olarak yayımlanmaktadır.

e-mail: akademikdergi@esk.gov.tr



İÇİNDEKİLER

TARİHÇE

1952 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobioloji Enstitüsü tarafından yayın hayatına başlayan Balık ve Balıkçılık Dergisi, 1952-1953 yılları arasında Et ve Balık Kurumunun desteğiyle; Ocak 1954 tarihinden itibaren tamamıyla Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü tarafından yayımlanmıştır. Dergimiz, 1966 yılından bu yana Et Endüstrisi, Et ve Balık Endüstrisi, Et ve Balık Kurumu ve son olarak 1993 yılında özelleştirme kapsamına girmesiyle Et ve Balık Ürünleri A.Ş. Dergisi adında yayın hayatını akademik düzeyde sürdürmüş, sonrasında yayın sürecine ara vermiştir. 2021 yılı itibariyle *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi* adıyla yeniden yayımlanmaya başlamıştır.

AMAÇ

Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü'nün bilimsel makalelerin yayımlanacağı ulusal ve hakemli akademik bir dergisidir.

Gıda sektörünün, paydaşları açısından istikrarlı ve sürdürülebilir bir hale getirilmesine katkı sağlamak, Kurumumuzun ana statüsünde yer alan faaliyet konuları doğrultusunda yapılmış bilimsel yayınları yayımlamak.

KAPSAM

Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi'nde, dünyada ve Türkiye'de tarım, hayvancılık, balıkçılık ve su ürünleri ile et ve süt sektörü temelinde gıda hijyeni ve teknolojisi, gıda güvenliği, hayvancılık ekonomisi, halk sağlığı, sağlıklı ve dengeli beslenme, beslenmenin önemi, biyokimya, mikrobiyoloji, AR-GE çalışmaları ve kalite yönetim sistemleri, helal gıda ve bu kapsamlardaki eğitimin rolü alanında, ulusal ya da uluslararası ilgi, uygulama içeren ve güncel bilgilere sahip bilimsel makalelere yer verilecektir. Yayımlanacak makalelerin, daha önceden yayımlanmamış ve araştırma sonuçlarına dayalı olması gerekmektedir (derleme makaleleri hariç).

Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi açık erişim sağlamak üzere yılda iki defa online/basılı olarak yayımlanır. Dergi yönetiminin kararları doğrultusunda özel ya da ek sayılar yayımlanabilir. Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi makale işlem ücreti (değerlendirme ücreti veya basım ücreti) ve makalelere erişim için herhangi bir ücret talep etmez.

ETİK İLKELER

Dergimiz basın meslek ilkeleri ile TR DİZİN, DergiPark, YÖK, ÜAK vb. tarafından tavsiye edilen akademik dergi kriterlerine, bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyar.

Makaleler, araştırma ve yayın etiğine uygun olmalı, araştırma makalelerinde ICMJE ve COPE'un editör ve yazarlar için uluslararası standartları ve diğer tavsiyeleri dikkate alınmalıdır.

Makaleler, etik kurallara uygunluk konusunda YÖK ve ÜAK'ın Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi'ne uygun olmalıdır. İntihal, sahtecilik, çarpıtma, tekrar yayım, dilimleme, haksız yazarlık gibi bilimsel araştırma ve yayın etiğine aykırı eylemlerden kaçınılmalıdır.

Yapılan araştırmalar için ve etik kurul kararı gerektiren klinik ve deneysel insan ve hayvanlar üzerindeki çalışmalar için ayrı ayrı etik kurul onayı alınmış olmalı, bu onay makalede belirtilmeli, belgelendirilmeli, makale ile birlikte bu belgeler de sisteme yüklenmelidir.

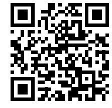
Etik kurul izni gerektiren çalışmalarda, izinle ilgili bilgiler (kurul adı, tarih ve sayı no) yöntem bölümünde ve ayrıca makale ilk sayfasında yer verilmelidir.

Makalenin dergimize gönderilmesi ile birlikte sorumlu yazar; Araştırma ve Yayın Etiğine uyulduğunu kabul eder.

Makalelerde gerçek anlamda katkı sağlayan kişiler yazar olarak yazılmalıdır. Makalenin yazar/yazarları, ihtiyaç hissederlerse çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması olmadığını bildirebilir. Bu bildirimi makalenin sonunda "Çıkar Çatışması" başlığı altında belirtmelidirler. Çıkar çatışmasına şu örnekler verilebilir: İstihdam, ortaklık, danışmanlıklar, hisse senedi sahipliği, hizmet karşılığı ödenen ücretler, ücretli bilirkişilik, akrabalık veya yakın kişisel ilişkiler.

Hakemler, değerlendirdikleri makalede herhangi bir çıkar çatışması olduğundan şüphelendiklerinde değerlendirme süreci ile ilgili olarak dergi editörlüğüne bilgi vermeli ve gerekirse makale değerlendirmesini ret etmelidirler.

Editör ihtiyaç hissederse yazardan çıkar çatışması beyanı talep edebilir.



Derleme (Review)
Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi, (1), 8-18.

Et Türü Tayininde Kullanılan Yöntemler

Methods Used In the Identification of Meat Species

Aşkın Nur DERİNÖZ[1], Gizem ÇUFAOĞLU[2], Naim Deniz AYAZ[3]*
[1,2,3]Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD / Kırıkkale
[1]ORCID: 0000-0002-8504-0794, [2]ORCID: 0000-0001-8639-532X, [3]ORCID: 0000-0003-2219-2368

***Sorumlu Yazar :** naimdenizayaz@kku.edu.tr **Geliş Tarihi :** 31.12.2020 **Kabul Tarihi :** 19.03.2021

ÖZET

Hayvansal kökenli besinler içerdikleri protein, mineral madde ve vitaminler açısından beslenmede önemli rol oynamaktadır. Özellikle et ve et ürünleri insan beslenmesinde ihtiyaç duyulan esansiyel aminoasitleri ideal oranlarda içermesi, ette bulunan demirin vücutta kullanılabilirliği ve çok iyi bir B_{12} vitamini kaynağı olması gibi nedenlerle yerini bitkisel kökenli besinlerin ikame edemeyeceği bir gıdadır. Et ve et ürünlerinin fiyatı arttıkça sağlıklı ve değerli olan hayvan etleri, tüketilmeyen veya daha az değerli olan etlerle karıştırılarak tüketicilere değerli et adı altında satılabilmektedir. Yaşadığımız toplumun inancı, gelenek ve göreneği bakımından tüketilecek et ve et ürünlerinde yer alan etlerin hangi hayvan türüne ait olduğunun tespiti gıda bilimcilerinin başlıca araştırma konularından birini oluşturmaktadır. Et ve et ürünlerine uygulanan hile ve taklitlerin önüne geçilmesi, insan sağlığının koruma altına alınması, üreticiler arasında haksız rekabetin önlenmesi, dini inanışlara uygun ürün üretilmesi ve tüketilmesi ancak et türü tayin yöntemleri ile mümkün kılınmaktadır. Bu derlemede, et türü tayininde kullanılan başlıca yöntemler bir araya getirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Et türü tayini, Et karışımları, Taklit, Tağşiş

ABSTRACT

Foods from animal origin have important role in nutrition in terms of the protein, mineral substances and vitamins that contain. Especially meat and meat products cannot be replaced by plant-based foods in human nutrition as they contain essential amino acids in ideal proportions and a great source of iron and vitamin B_{12} for the human body. As much as the prices of meat and meat products increase, healthy and valuable animal meats can be mixed with inconsumable or less valuable meat and sold as good quality meat. Animal species by which the meat products produced constitutes an important issue for societies, in term of belief, customs and traditions. To prevent adulteration and fake production of meat and meat products, to protect public health and to prevent unfair competition between producers, also to assure proper products by religious beliefs meat species determination has huge importance. In this review, the main methods used in meat species determination are compiled.

Keywords: Adulteration, Fake production, Meat mixtures, Meat species determination

GİRİŞ

Düzenli bir yaşam için gerekli olan besin öğeleri ile enerji kaynaklarının dengeli ve yeterli oranda alımına beslenme denilmektedir (Tanır vd., 2001). Beslenmedeki besin gereksinimleri bireylerin genetik yapısı, yaşı, cinsiyeti, çalışma ve hastalık durumları, fiziksel aktivite düzeylerine göre değişiklik arz etmektedir (Baysal, 2003). Et, toplumların beslenme alışkanlıklarında doyuruculuğu, lezzeti ve tadı gibi sebeplerin yanı sıra içerdiği protein, esansiyel aminoasitler, folik asit, demir, selenyum ve çeşitli vitamin grupları nedeniyle vazgeçilmez bir besin kaynağıdır. Bunun yanı sıra sağlığın korunmasında, büyüme ve gelişme dönemlerinde, hücrelerin yenilenmesinde, dokuların onarılmasında önemli rol oynamaktadır (Biesalski, 2005; Büyükünal ve Kahraman, 2004).

Ülkemizde ortalama besin tüketim düzeyine bakıldığında önemli beslenme sorunlarının varlığı görülmektedir. Bunun temel nedeni sosyo-ekonomik eşitsizlikten kaynaklanmaktadır (Baysal, 2003). Toplumun birçok kesimi tarafından sevilerek tüketilen et ve et ürünlerinin üretim maliyetlerinin ve satış fiyatlarının yüksekliği sektörü uygun olmayan şekillerde maliyet düşürücü tağşiş ve taklitlere yöneltebilmektedir. Et ve et ürünlerine bu amaçlarla ucuz etlerin karıştırılması, üreticinin haksız kazanç sağlamasına sebep olurken, tüketicinin de karıştırılan bazı et türlerine karşı hassasiyet göstererek alerjik reaksiyonların meydana gelmesi vb. sağlık problemlerine neden olmakta, dini ve etik düşünceler açısından da tüketiciler aldatılmaktadır. Bu ürünlere yapılan tağşiş ve taklitlerin önüne geçilmesi ürünlerin bileşiminde bulunan etin hangi hayvan türüne ait olduğunu belirlemeye yönelik testler ile mümkün olmaktadır (Doosti vd., 2011; Hsieh vd., 1997; Ong vd., 2007). Et ürünlerine istenmeyen veya düşük değerli et türlerinin karıştırılması, ekonomik, dini ve sağlık yönünden olduğu kadar et ürünleri üretiminde kullanılan et türlerinin tespiti ve mevzuata uygunluğunun kontrolü de gıda mevzuatı ve tüketici hakları yönünden büyük öneme sahiptir (Ayaz vd., 2006).

Et türlerinin belirlenmesi için çok sayıda laboratuvar metotları geliştirilmiş ve bu metotların bir kısmı da gıda kontrol laboratuvarlarında referans metot olarak kullanılmaya başlanmıştır (Hvass, 1985). Bu metotların; duyusal niteliklere, anatomik farklılıklara, kılların histolojik özelliklerine, doku yağların özelliklerine ve etlerdeki glikojen miktarlarına göre belirlediği ve bunun yanı sıra morfolojik, elektroforetik, immünolojik, serolojik ve genetik metotlar olarak sınıflandırıldığı bildirilmiştir (Allsup, 1987; Chikuni vd., 1990; Delia vd., 1997; Ebbehoj ve Thomsen, 1991; Fairbrother vd., 1998; Kang'ethe vd., 1982; Kang'ethe ve Gathuma, 1987; Kim ve Shelef, 1986).

ET TÜRÜ TAYİNİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Duyusal Niteliklerine ve Anatomik Yapılarına Göre Et Türü Tayini

Duyusal niteliklere göre sınıflandırmada et türlerinin kendine özgü rengi, kokusu, görüntüsü, karkas büyüklüğü ve şekli esas alınmaktadır. Et ve et ürünlerinin görünümü tüketiciler için kalite olarak algılanmakta ve satın almayı

önemli ölçüde etkilemektedir (Issanchou, 1996). Et rengi, tüketicilerin et kalitesini ve kabul edilebilirliğini değerlendirirken kullandığı birincil kriterdir. Et tüketimi bakımından değerlendirildiğinde, tüketiciler özellikle renk değişimini tazelik indikatörü olarak kullanmaktadırlar. Renk üzerine kesim öncesi koşullar, kesim işlemi ve olgunlaştırma süresince gerçekleşen oksijenasyon/oksidasyon reaksiyonları etki etmektedir (Cornforth, 1994; Mancini ve Hunt, 2005).

Anatomik yapılarına göre yapılan sınıflandırmalarda kemik ve organlardaki farklılıklar göz önünde bulundurularak ayrım yapılabilmektedir. Etler henüz parçalanmadan önce veya büyük parçalar halinde iken,anatomik özelliklerinden yararlanılarak hayvanın türü belirlenebilmektedir. Bu tayin yönteminde iyi bir anatomi bilgisine gereksinim olması ve parçalanarak ürün haline getirilmiş et türlerinde kullanılamaması yöntemin dezavantajlarındandır. Günümüzde toplumların tüketmediği etler kıyma veya kuşbaşı olarak et ürünlerine karıştırıldığı için bu yöntemden yararlanılamamaktadır (Arslan, 2013; Uğur vd., 1999).

Histolojik Yöntemler ile Et Türü Tayini

Histolojik yöntemler et ürünlerinin tayinini belirlemek amacıyla 1910 yılından itibaren kullanılmaktadır (Prändl, 1961). Et ürünlerinin etiketleme tebliğine uygunluğunun belirlenmesi ve tüketici haklarının korunması açısından Hematoksilen Eozin boyama tekniğiyle yapılan histolojik analizlerin et ürünlerine karıştırılan hayvansal dokuların tespitinde güvenle kullanılabileceği belirtilmektedir. Bu boyama yöntemi ile kıkırdak doku, kemik doku, yağ doku, damar, sinir vb. dokuların tespit edilebileceği yapılan çalışmalarla ortaya konmaktadır (Ghisleni vd., 2010). Dünya da ve ülkemizde hematoksilen eozin boyama yönteminin kullanıldığı et türü tayini ile ilgili güncel çalışmalar mevcuttur. Ayrıca gıdaların mevzuata uygunluğunun belirlenmesi, tüketici haklarının korunması, haksız rekabet ortamının üreticiler arasında önlenmesi açısından histolojik yapılarına göre etlerin tür tayininin devlet otoritesi tarafından düzenli olarak yaptırılması gerekmektedir (Ayaz vd., 2012).

İmmünolojik ve Serolojik Yöntemler ile Et Türü Tayini

Presipitasyon Yöntemi

Et ve et ürünlerinin tür tayinleri için kullanılan antijenik yapılar ısıl işlem ile karşılaştığında bozulduğundan dolayı presipitasyon yöntemleri yalnızca ısıl işlem görmemiş ürünlerin tür tayini işlemleri için tercih edilmektedir. Yakın akraba olan türlerde de çapraz reaksiyonlar nedeniyle sonuçlar yanıltıcı olabilmektedir (Ayaz vd., 2020).

Presipitasyon yöntemi, Halka (Uhlenhuth) ve Agar Jel İmmunodiffüzyon (AGID) olmak üzere iki farklı metotla uygulanmaktadır. Halka yöntemi (Uhlenhuth metodu) ilk kez Uhlenhuth tarafından uygulanan günümüzde ise geliştirilerek kullanılmaya devam edilen bir yöntemdir. Uygulanışının kolay olması, sonucunun hızlı elde edilmesi gibi nedenlerle tercih edilmektedir. Yöntemin türler arasındaki akrabalığa bağlı olarak protein benzerliklerinde tür tayininin yanlış sonuç verme ihtimali, yakın olan türlerdeki et karışımlarında ise %10'un altındaki tür tayinlerinde net bir sonuç alınamaması dezavantajları arasındadır (Arslan, 2013; Türkyılmaz vd., 2009).

Agar Jel İmmunodiffüzyon (AGID) yönteminde agar üzerinde karşılıklı kuyucuklar açılmaktadır ve birine antijen diğerine antikor konularak pasif difüzyon yoluyla antijen ve/veya antikorların birbirlerine doğru jel matriksinde ilerlemesi kontrol edilmektedir (İnal, 1992). Yöntemin pozitif sonuç verdiği durumlarda antijen ile antikorun birbirleriyle kesiştikleri yerde presipitasyon çizgisi olarak adlandırılan bir çizgi oluşmaktadır. AGID yönteminin sonuçlanması ve presipitasyon çizgisinin net olarak gözle görülmesi için yaklaşık 72 saat gibi bir süre geçmesi gerekmektedir (Arslan, 2013). Yöntemin kolay uygulanabilirliği avantaj olarak kabul edilirken sonuçların gözle değerlendirilmesi nedeniyle analitik duyarlılığının düşük olması dezavantajıdır (Ayaz vd., 2020).

Immuno Assay Yöntemler

Radyo Immuno Assay (RIA) yöntemindeki temel prensip, radyoizotop bir madde ile işaretli antijen veya antikor aracılığı ile karşılığı olan (özgül olduğu) antikor veya antijenin varlığını ve miktarını saptamaktır (Altınışık, 2004). RIA yönteminde miktar olarak az olan örnek sonuç için yeterlidir ve bir defasında çok sayıda örnek ölçebilmektedir. Doğruluk ve duyarlılığı yüksek olmasına rağmen yöntemde radyoaktif maddeler kullanılması yöntemi zorlaştırmakta, radyoaktif atıklar ortaya çıkmakta ve maddi yükü arttırmaktadır. Yöntemin dezavantajları göz önünde bulundurulduğunda bu yönteme alternatif olarak ELISA yöntemi kullanılmaktadır (Arslan, 2013; Reimers, 2003).

Enzim Linked Immunosorbent Assay (ELISA) ile et türü tayini çalışmaları ilk kez 1982 yılında yapılmış ve bu yolla sığır, at, koyun ve domuz etlerinin tür ayrımı yapılmıştır (Whittaker vd., 1983). ELISA tağşiş yapılmış taze et karışımları ile ısıl işleme uğramış et ürünlerinin tür belirleme çalışmalarında etkin bir metottur. Yöntemin uygulanışında karışımların hangi türe ait olduğunun belirlenmesinde, türe özgü poliklonal ve monoklonal antikorlar kullanılmaktadır (Andrews vd., 1992; Billett vd., 1996; Martin vd., 1991). Bu yöntem ile birbirine yakın olan et türlerinin örneğin at eti karışımı içerisindeki eşek; koyun eti karışımındaki keçi etini %0,1'lik, sığır eti karışımındaki bufalo etini ise %1'lik ayrımı yapabilmektedir (Arslan, 2013).

ELISA yöntemleri arasında et türü tayini yaparken genellikle indirekt ELISA ve sandviç ELISA yöntemleri tercih edilmektedir. İndirekt ELISA yönteminde iki antikor kullanılmaktadır. Kullanılan birinci antikor antijene bağlanma görevi üstlenirken diğer antikor indikatör görevindedir. Kesinliği saptanmayan örnekler için sonuçlar güvenilir olmayabilmektedir (Chen vd., 2008). Sandviç ELISA yöntemi ise, indirekt ELISA yöntemine kıyasla bilinmeyen et karışımlarının içerisindeki antijen miktarlarını belirlemek için kullanılan bir metottur. Yöntemde spektrofotometre ile ölçülen renk değişimi

ise antijenin varlığını belirtmektedir. Serum içerisindeki antijen veya antikor miktarı renk değişimi ile doğru orantılıdır. Yöntem genellikle ısıl işleme tabi tutulmuş et ürünlerini tanımlanması, ekstrakte işlemi yapılan ve seyreltilen örneklerin doğrudan plaka içerisine eklenebilmesi, hızlı sonuç vermesi ve maliyet açısından uygunluğu sebebiyle de sıklıkla tercih edilmektedir. Ayrıca bu teknik sayesinde antijenin kullanılmadan önce saflaştırılmasına da ihtiyaç duyulmamaktadır. Her antikorun kullanılamaması yöntemin dezavantajı olarak değerlendirilmektedir. Seçilen monoklonal antikor kombinasyonları aynı antijen üzerinde üst üste binmeden farklı epitopları tanımaktadır (Anonim, 2015; Liu vd., 2006).

Proteine Dayalı Yöntemler ile Et Türü Tayini

Elektroforez

Genel olarak çözeltideki iyonların elektrik akımının tesiri ile meydana gelen hareketlerini tanımlamak için kullanılan terime elektroforez denilmektedir. Elektriksel alan içerisindeki göç; molekülün şekline, viskoziteye, elektrik akımının şiddetine, sıcaklığa, net yüke ve solüsyonun iyonik gücüne bağlı olmaktadır. Göç hızı ile protein molekülü üzerindeki yükün büyüklüğü doğru orantılıdır. Elektroforezin temelini iyonik bileşiklerin iyonlaşması oluşturmaktadır. Böylece türlere ait spesifik elektroforezi saptanarak et türleri tespit edilmektedir. Proteinlerin uygulandığı ve üzerinde tutunup yürüdüğü destek fazında sıklıkla agar jel, nişasta jel ve SDS-PAGE kullanılmaktadır. Elektroforez yöntemleri immünolojik yöntemlerle kıyaslandığında çapraz reaksiyonun oluşmaması ve daha net sonuçlar verme gibi üstünlüklere sahip olmaktadır (Arslan, 2013; Batmaz, 1988; Hill, 2007; Iwabuchi ve Yamauchi, 1987).

İzoelektrik odaklama [Isoelectric focusing (IEF)] yöntemi elektroforez yöntemine kıyasla göre daha duyarlı ve et ürünlerinde (ısıl işlem gören/görmeyen, karışım) genel olarak kullanılabilmektedir. Karışımlarda saptanabilirlik oranı %2'dir. Yöntem pH'sı 2-11 arasında değişebilen poliakrilamid jel içinde proteinlerin elektrik akımıyla izoelektrik noktalarına göç etmeleriyle proteinlerin ayırt edilmesi esasına dayanmaktadır. Bu sayede izoelektrik noktaları farklı proteinler değişik yerlerde toplanarak birbirlerinden ayrılmaktadırlar (Arslan, 2013).

Sodyum Dodesil Sülfat-Poliakrilamid Jel Elektroforezi (SDS-PAGE) ise Scopes ve Penny (1971) tarafından ilk defa et proteinlerinin ayrımı için kullanılan ve daha sonraları et karışımlarının ayrımında da kullanılabilen bir yöntemdir. Yöntemin kolay tekrarlanabilirliği, kullanılan bir çalışmada metodun yüksek rezolüsyon sağlaması ve spesifik protein bantlarla proteinlerin molekül ağırlıklarına göre hareket etmesinden kaynaklı avantajları belirtilmiştir (Parisi ve Aguiari, 1985).

Genetik Yöntemler ile Et Türü Tayini

Hibridizasyon Yöntemleri

Hücre kültürü, doku ve organlara ait genetik materyaldeki bilinen gen parçasının ortaya konulması ve çoğaltılması prensibine dayanmaktadır. Hassasiyeti PCR'dan daha düşüktür. Çapraz bulaşmaya karşı daha az hassas olarak değerlendirilmektedir. Son yıllarda hibridizasyon tekniklerinde bazı gelişmeler yapıldığından testler daha kolay, hızlı, etkin ve güvenilir hale getirilmiştir. DNA hibridizasyon teknikleri incelendiğinde Southern Blot ve Dot Blot hibridizasyon tekniğinde DNA; Northern Blot hibridizasyon tekniğinde mRNA kullanıldığı görülmektedir. DNA-hibridizasyonu için tespit değeri et türlerine bağlı olarak %0,1 ile %0,01'den daha azdır (Arslan, 2013; Ballin vd., 2009).

Polimeraz Zincir Reaksiyon (PCR) Teknikleri

Polimeraz Zincir Reaksiyon [Polymerase Chain Reaction (PCR)] yöntemi bakteri, bitki ve hayvan tür tayininin tespit edilmesinde başarıyla kullanılmaktadır (Aguado vd., 2001; Weder vd., 2001). Gelişen teknoloji ile birlikte PCR'nin moleküler biyoloji alanında kullanılmasına bağlı olarak tür tayininde nükleik asit analizine dayanan metotlar kullanılmaktadır. DNA'nın proteinlere nazaran daha stabil bir molekül olması, yüksek sıcaklıktan daha az oranda etkilenmesi, tüm hücre ve dokularda aynı özelliği göstermesi ve birey hakkında daha fazla bilgi vermesi gibi nedenlerden dolayı tür belirleme çalışmalarında DNA baz dizimi analizine dayanan yöntemler tercih edilmektedir (Lockley ve Bardsley, 2000). Thermus aquaticus bakterisinden izole edilen Taq Polimeraz enziminin PCR'da kullanılması ve bu enziminin yüksek sıcaklıklarda da kullanılmasıyla birlikte bu yöntemle hayvan ve bitkilerin tür tayininde başarılar elde edilmektedir (Partis vd., 2000).

Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA metodu [Randomly Amplified Polimorphic DNA (RAPD)], PCR yöntemini baz alan ve rastgele seçilmiş primerlerin kullanıldığı bir yöntemdir (Williams vd., 1990). Yöntemin hızlı ve maliyet açısından uygun olması, etkili bir teknik olması, Southern Blot veya radyoaktif kimyasallara ihtiyaç duymaması, genom dizisi hakkında ön inceleme gereksiniminin olmaması ve elde edilen verilerin birçok alanda sistematikte kullanılabilirliği gibi avantajları bulunmaktadır (Aydın, 2004). Ayrıca et ile ilgili tür tayini çalışmalarında basit, hızlı, güvenilir ve etik dışı durumları önlemek için taze ve işlenmiş et ürünlerinde kullanılabilmektedir. Yöntemin dezavantajları ise farklı primerler ile kullanılarak alınan sonuçların farklı çıkması, aynı türde yapılan tekrar denemelerinde bazı değişiklikler elde edilmesi ve karışım halindeki et ürünlerinde tür tayinlerinin net olarak saptanamamasıdır (Arslan vd., 2005; Koh vd., 1998).

Multipleks PCR yöntemi çok sayıda patojenin tek bir çalışmada kullanılabilirliği, yapılan çalışmalarda başarı oranlarının yüksek olması, maliyet açısından uygunluğu, sonuçların hızlı ve güvenilir olması nedenleriyle tercih edilmektedir (Ghovvati vd., 2009).

Real-Time PCR yöntemi ile çiğ ve/veya ısıl işlem gören et ürünlerinin tür tayini yapılırken tavuk, at, hindi, eşek, domuz, sığır, koyun ve keçi DNA'ları tespit edilebilmektedir (Ayaz vd., 2013). Ayrıca ileri bir teknolojiye sahip olması, spesifikliği, hızlı, kullanışlı ve hassas olması önemli avantaj sağlamaktadır (Ayaz vd., 2020; Fajardo vd., 2008).

SONUÇ

Beslenmenin temel öğeleri içerisinde yer alan proteinlerin en önemli kaynaklarından biri olan et ve et ürünlerinde uluslararası et ticaretinin artması ve kırmızı et fiyatının yükselmesi nedeniyle yapılan hileler artmaktadır. İnsan sağlığı, gıda güvenliği, üreticiler arası haksız rekabetin önlenmesi, tüketicilerin aldatılması ve dini hassasiyetler gibi nedenlerden dolayı et ve et ürünlerinde hayvan türünün tespiti büyük önem taşımaktadır. Et türü tayininde etlerin duyusal niteliklerine, anatomik yapılarına ve histolojik farklılıklarının yanı sıra immünolojik, serolojik, proteine dayalı ve genetik yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin uygulanması aracılığıyla et ve et ürünlerine uygulanan hileli satışların önüne geçilmesi, insan sağlığının koruma altına alınması, haksız kazanç ve haksız rekabetin sonlandırılması ile dini inançlara uygun standartların yerine getirilmesi sağlanabilmektedir. Bu bağlamda tüketici hak ve sağlığının korunması amacıyla et ve et ürünlerinin Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'ne uygun olarak hazırlandığının kontrolü için resmi otorite tarafından denetimlerin etkin yöntemlerle yapılması büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Aguado, V., Vitas, A. I. ve García-Jalon, I. (2001). Random amplified polymorphic DNA typing applied to the study of cross-contamination by *Listeria monocytogenes* in processed food products. *Journal of Food Protection, 64*(5), 716-720. https://doi.org/10.4315/0362-028X-64.5.716

Allsup, T. N. (1987). A comparison of the agar gel immuno-diffusion (AGID) and counter-immunoelectrophoresis (CIE) tests for species identification of imported red meat and offal. *Meat Science, 20*(2), 119–128. https://doi.org/10.1016/0309-1740(87)90032-5

Altınışık, M. (2004). İmmunolojik Teknikler. ADÜTF Biyokimya AD. Erişim adresi (29 Aralık 2020): https://www.mustafaaltinisik.org.uk/45-uzm-03.pdf

Andrews, C. D., Berger, R. G., Mageau, R. P., Schwab, B. ve Johnson, R. W. (1992). Detection of beef, sheep, deer and horse meat in cooked meat products by enzyme-linked immunosorbent assay. *Journal of AOAC International, 75*, 572-576.

Anonim. (2015). ELISA. Erişim adresi (29 Aralık 2020): http://tarbiyotek.blogspot.com/2015/08/enzyme-linked-immunosorbent-assay-elisa.html

Arslan, A. (2013). Et muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi (2. bs., s. 38-68). Malatya: Medipres.

Arslan, A., Ilhak, I., Çalıcıoğlu, M. ve Karahan, M. (2005). Identification of meats using random amplified polymorphic DNA (RAPD) technique. *Journal of Muscle Foods, 16*(1), 37-45. https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2004.07504.x

Arslan, A., Ilhak, O. I. ve Çalıcıoğlu, M. (2006). Effect of method of cooking on identification of heat processed beef using polymerase chain reaction (PCR) technique. *Meat Science, 72*(2), 326-330. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.08.001

Ayaz, Y., Ayaz, N. D., Aksoy, M. ve Kaplan, Y. Z. (2013). Real-Time PCR tekniği ile çeşitli et ürünlerinde tavuk ve sığır eti oranlarının kantitatif tayini. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi, 24(*2), 41-48.

Ayaz, Y., Ayaz, N. D. ve Erol, I. (2006). Detection of species in meat and meat products using enzyme-linked immunosorbent assay. *Journal of Muscle Foods, 17*(2), 214–220. https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2006.00046.x

Ayaz, N. D., Goncuoğlu, M., Çufaoğlu, G. ve Derinöz, A. N. (2020). The use of new hyper immune sera and real-time PCR assay for the detection of meat species. *Advances in Food Sciences, 42*(42), 129-134.

Ayaz, Y., Kaplan, Y. Z., Ayaz, N. D. ve Aksoy, M. H. (2012). Et ürünlerinin histolojik muayenesi. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi, 23(*2), 49-56.

Aydın, Öz S. (2004). RAPD (Rastgele Arttırılmış Polimorfik DNA) belirleyicileri ve bitki sistematiği. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6*, 113-130.

Ballin, N. Z., Vogensen, F. K. ve Karlsson, A. H. (2009). Species determination - Can we detect and quantify meat adulteration? *Meat Science, 83*(2), 165-174. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.003

Batmaz, H. (1988). Sığırlarda Perikarditis ve Myokarditis Travmaticanın Ayırıcı Tanısında Serum Protein Elektroforezinin Önemi Üzerine Deneysel Araştırmalar II. Uludağ Üniversitesi *Veteriner Fakültesi Dergisi, 7*(1,2,3), 7-11.

Baysal, A. ve Altun, A. (Ed.). (2003). Sosyal eşitsizliklerin beslenmeye etkisi [Özel sayı]. *Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 25*(4), 66-72.

Biesalski, H.-K. (2005). Meat as a component of a healthy diet - are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science, 70*(3), 509-524. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.017

Billett, E. E., Bevan, R., Scanlon B., Pickering, K. ve Gibbons, B. (1996). The use of a poultry-specific murine monoclonal antibody directed to the insoluble muscle protein desmin in meat speciation. *Journal of Science Food and Agriculture, 70*(3), 396-404. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199603)70:3<396::AID-JSFA550>3.0.CO;2-U

Büyükünal, S. K. ve Kahraman, T. (2004). Kırmızı et tüketimi ve insan sağlığı açısından önemi. *Food Sektör Dergisi, 4*(21), 12-14.

Chen, F. -C., Hsieh, Y. -H. P. ve Bridgman, R. C. (2008). Monoclonal antibodies to porcine thermal-stable muscle protein for detection of pork in raw and cooked meats. *Journal of Food Science, 63*(2), 201–205. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15709.x

Chikuni, K., Ozutsumi, K., Koishikawa,

T. ve Kato, S. (1990). Species identification of cooked meats by DNA hybridization assay. *Meat Science, 27*(2), 119–128. https://doi.org/10.1016/0309-1740(90)90060-J
Cornforth, D. P., Pearson, A. M. ve Dutson, T. R. (Eds.). (1994). Color-its basis and importance. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. Advances in Meat Research (pp. 34-78). London.
Delia, J. H., Parkes, C. H. ve Lumley, D. I. (1997). Identification of the species of origin of raw and cooked meat products using oligonucleotide probes. *Food Chemistry, 60*(3), 437–442. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00364-0
Doosti, A., Dehkordi, P. G. ve Rahimi, E. (2011). Molecular assay to faud identification of meat products. *Journal of Food Science and Technology 51*(1), 148-152. https://doi.org/10.1007/s13197-011-0456-3
Ebbehøj, K. F. ve Thomsen, P. D. (1991). Species differentiation of heated meat products by DNA hybridization. *Meat Science, 30*(3), 221–234. https://doi.org/10.1016/0309-1740(91)90068-2
Fairbrother, K. S., Hopwood, A. J., Lockley, A. K. ve Bardsley, R. G. (1998). Meat speciation by restriction fragment length polymorphism analysis using an α-actin cDNA probe. *Meat Science, 50*(1), 105–114. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00020-5
Fajardo, V., González, I., Martín, I., Rojas, M., Hernández, P. E., García, T. ve Martín, R. (2008). Real-time PCR for detection and quantification of red deer (Cervus elaphus), fallow deer (Dama dama), and roe deer (Capreolus capreolus) in meat mixtures. *Meat Science, 79*(2), 289–298. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.09.013
Ghisleni, G., Stella, S., Radaelli, E., Mattiello, S. ve Scanziani, E. (2010). Qualitative evaluation of tortellini meat filling by histology and image analysis. *International Journal of Food Science and Technology, 45*(2), 265-270. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02130.x
Ghovvati, S., Nassiri, M. R., Mirhoseini, S. Z., Moussavi, A. H. ve Javadmanesh, A. (2009). Fraud identification in industrial meat products by multiplex PCR assay. *Food Control, 20*(8), 696–699. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2008.09.002
Hill, C. R. (2007). Analytical Methods in Biotechnology: Introduction. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology, 51*(1), 115–117. https://doi.org/10.1002/jctb.280510112
Hsieh, Y. H. P., Chen, F. C. ve Sheu, S. C. (1997). AAES research developing simple, inexpensive tests for meat products. *Highlights of Agricultural Research, 44*(2). Summer.
Hvass, A. ve Patterson, R. L. S. (Ed.). (1985). Species differentiation in minced meat products by immunodiffusion. Biochemical Identification of Meat Species (pp. 53-64). London: Elsevier Applied Science Publishers.
Issanchou, S. (1996). Consumer expectations and perceptions of meat and meat products quality. *Meat Science, 43*, 5-19. https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)00051-4
Iwabuchi, S. ve Yamauchi, F. (1987). Electrophoretic analysis of whey proteins present in soybean globulin fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 35*(2), 205-209. https://doi.org/10.1021/jf00074a010
İnal, T. (1992). Besin Hijyeni Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü (s. 12-44). İstanbul: Final Ofset.
Kang'ethe, E. K. ve Gathuma, J. M. (1987). Species identification of autoclaved meat samples using antisera to thermostable muscle antigens in an enzyme immunoassay. *Meat Science, 19*(4), 265–270. https://doi.org/10.1016/0309-1740(87)90072-6
Kang'ethe, E. K., Jones, S. J. ve Patterson, R. L. S. (1982). Identification of the species origin of fresh meat using an enzyme-linked immunosorbent assay procedure. *Meat Science, 7*(3), 229–240. https://doi.org/10.1016/0309-1740(82)90088-2
Kim, H. ve Shelef, L. A. (1986). Characterization and identification of raw beef, pork, chicken and turkey meats by electrophoretic patterns of their sarcoplasmic proteins. *Journal of Food Science, 51*(3), 731–735. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb13922.x
Koh, M. C., Lim, C. H., Chua, S. B., Chew, S. T. ve Phang, S. T. W. (1998). Random amplified polymorphic DNA (RAPD) fingerprints for identification of red meat animal species. *Meat Science, 48*(3-4), 275-285. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00104-6
Liu, L. (2006). Monoclonal antibody-based Sandwich ELISA for the detection of ovine muscle in cooked meat. Retrieved from http://purl.flvc.org/fsu/fd/FSU_migr_etd-1185
Lockley, A. K. ve Bardsley, R. G. (2000). DNA-based methods for food authentication. *Trends in Food Science and Technology, 11*(2), 67–77. https://doi.org/10.1016/S0924-2244(00)00049-2
Mancini, R. A. ve Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science, 71*(1), 100-121. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.003
Martin, R., Wardale, R. J., Jones, S. J., Hernandez, P. E. ve Patterson, R. L. S. (1991). Monoclonal antibody sandwich ELISA for the potential detection of chicken meat in mixtures of raw beef and pork. *Meat Science, 30*(1), 23-31. https://doi.org/10.1016/0309-1740(91)90031-K
Ong, S. B., Zuraini, M. I., Jurin, W. G., Cheah, Y. K., Tunung, R., Chai, L. C., Haryani, Y., Ghazali, F. M. ve Son, R. (2007). Meat molecular detection: Sensitivity of polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism in species differentiation of meat from animal origin. *International Food Research*

Journal, 14(1), 51-59.

Parisi, E., Aguiari D. ve Patterson, R. L. S. (Ed.). (1985). Methods differentiating meats of different species of animals. "Biochemical Identification of Meat Species" (pp. 40-49). England: Elselvier Applied Science Publishers Ltd.

Partis, L., Croan, D., Guo, Z., Clark, R., Coldham T. ve Murby J. (2000). Evaluation of a DNA fingerprinting method for determining the species origin of meats. *Meat Science, 54*(4), 369-376. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00112-6

Prändl, O. (1961). Die histologische analyse von Wurstwaren. Grundlagen für die quantitative Auswertung histologischer Präparate. München: Gerhard Röttger Verlag.

Reimers, T. J., Pineda, M. H. ve Dooley, M. P. (Eds.). (2003). Introduction. In: McDonald's veterinary endocrinology and reproduction (pp. 1-15). Ames, Iowa: Iowa State Press.

Scopes, R. K. ve Penny, I. F. (1971). Subunitizes of muscle proteins, as determined by sodium dodecyl sulphate gel electrophoresis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Protein Structure, 236*(2), 409–415. https://doi.org/10.1016/0005-2795(71)90221-2

Tanır, F., Şaşmaz, T., Beyhan, Y. ve Bilici, S. (2001). Doğankent beldesinde bir tekstil fabrikasında çalışanların beslenme durumu. *Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 2*(7) 22-25.

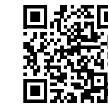
Türkyılmaz, Ö., Kafa, B., İzan, Y. ve Sava, Ş. (2009). Çiğ et ve et ürünlerinde AGID yöntemi ile türlerin tespiti. *Bornova Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Dergisi, 31*(45), 15-20.

Uğur, M., Nazlı, B. ve Bostan, K. (1999). Mezbaha Bilgisi ve Et Muayenesi ders notları (109 sayfa). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayını.

Weder, J., Rehbein, H. ve Kaiser, K. -P. (2001). On the specificity of tuna-directed primers in PCR-SSCP analysis of fish and meat. *European Food Research and Technology, 213*(2), 139-144. https://doi.org/10.1007/s002170100339

Whittaker, R. G., Spencer, T. L. ve Copland, J. W. (1983). An enzyme-linked immunosorbent assay for species identification of raw meat. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 34*(10), 1143-1148. https://doi.org/10.1002/jsfa.2740341016

Williams, J. G. K., Kubelik, A. R., Livak, K. J., Rafalski, J. A. ve Tingey, S. V. (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research, 18*(22), 6531–6535. https://doi.org/10.1093/nar/18.22.6531



Derleme (Review)
Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi, (1), 19-26.

Gıda ve Gıda İşletmelerinde *Listerıa Monocytogenes* ve Biyofilmine Karşı Kullanılan Bazı Modern Teknikler

Used Against *Listeria Monocytogenes* and its Biofilm in the Foods and Food Industries

Kadir GÖNEN
Et ve Süt Kurumu, İstanbul Et İşletme Müdürlüğü / İstanbul
ORCID: 0000-0001-6555-4475

***Sorumlu Yazar :** kadir.gonen@esk.gov.tr
Geliş Tarihi : 28.01.2021 **Kabul Tarihi :** 22.03.2021

ÖZET

Listeria monocytogenes çubuk formda, gram pozitif, fakültatif anaerob ve biyofilm oluşturabilme özelliğine sahip bir mikroorganizmadır. Oldukça geniş pH ve sıcaklık aralıklarında gelişebildikleri gibi düşük su aktivitesi değerlerinde de yaşamlarını sürdürebilmektedirler. Listeriozisde ciddi klinik tabloların oluşabilmesi, insidensin düşük olmasına karşın mortalitenin yüksekliği halk sağlığı bakımından gıda kaynaklı önemli bir patojen olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır. *Listeria monocytogenes* etkenlerinin ubiquiter özelliği ve çevresel stres faktörlerine karşı adaptasyon yeteneği önem arz etmektedir. Isıl işlemler gibi gıdaların üretim aşamalarında teknolojileri gereği uygulanan teknikler letal etki oluşturmakla birlikte etkenlerin zaman içinde kazandıkları dirençten dolayı gıda ve gıda işletmeleri için risk teşkil ettikleri bilinmektedir. Ayrıca biyofilm oluşturabilme özelliklerinden dolayı gıda tesislerinde sürekli sekonder kontaminasyonlara neden olabilmektedirler. Oluşturdukları biyofilm yapılarının sağladığı koruyucu etki, geleneksel sanitasyon yöntemlerine karşı dirençlilik gelişiminde önem arz etmektedir. Gıda ve gıda işletmelerinde *Listeria monocytogenes* ve oluşturduğu biyofilmine yönelik kullanılabilecek ve etkinliği kanıtlanmış bazı modern teknikler bu derlemede ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Halk sağlığı, *Listeria monocytogenes*, Yeni üretim teknikleri

ABSTRACT

Listeria monocytogenes is a rod-shaped, gram-positive, facultative anaerobe microorganism that can form biofilms. They can grow in a wide range of pH and temperature conditions, as well as in low water activity value. Because of the serious clinical effects of listeriosis and the high mortality rate despite its low incidence, it is regarded as a significant food-borne pathogen in terms of public health. The ability of *L. monocytogenes* agents to adapt to environmental stress factors and their ubiquitous nature are important. Although the techniques used in the production stages of foods, such as heat treatment, have a lethal effect due to their technologies, it is known that the factors pose a risk to food and food industries

due to the resistance they have developed over time. Furthermore, they may pose a risk by causing continuous secondary contamination in food facilities due to their biofilm-forming properties and the protective effect that biofilm structures provide is critical in the development of resistance to conventional sanitation methods. Some modern techniques with proven efficacy that can be used for *L. monocytogenes* and its biofilm in food and food industries are explained in this review.

Keywords: *Listeria monocytogenes*, New production techniques, Public health

GİRİŞ

L. monocytogenes, hemen hemen tüm gıdalardan izole edilebilen Gram pozitif, fakültatif anaerob bir mikroorganizmadır (Dümen vd., 2011). Predispoze bireyler olan çocuklar, hamileler, yaşlılar ve immun yetmezliği olan insanları etkileyen fırsatçı bir patojen olarak da tanımlanır (Adzitey ve Huda, 2010). Patojenin invaziv formu insanlarda meningoensefalitis, endokarditis, osteomyelitis ve hamilelerde intrauterin enfeksiyon sonucu abortlara neden olabilmektedir (Adzitey ve Huda, 2010; Bingol vd., 2013). O ve H antijenlerinin faktör antiserumları ile yapılan sınıflandırmada 13 farklı serotipi ortaya konmuştur (Erol, 2007). 1/2a, 1/2b ve 4b serotipleri insanlarda görülen listeriozis vakalarının %98'inden sorumludur (Adzitey ve Huda, 2010). Avrupa Birliği ülkelerinde 2017 yılında 2480 Listeriozis vakası tespit edilmiş ve bu vakaların 227'sinin ölümle sonuçlandığı bildirilmiştir. ABD'de ise her yıl 1600 Listeriozis vakasının gerçekleştiği ve bu vakalarında 260'ının ölümle sonuçlandığı tahmin edilmektedir (EFSA ve ECDC, 2018; Li vd., 2018). *L. monocytogenes* etkenlerinin düşük ve yüksek pH'da, yüksek tuz konsantrasyonları ve sıcaklıklarda ve düşük oksijen seviyelerinde yaşayabildikleri bilinmektedir. Bununla birlikte biyofilm oluşturabilme özellikleri de önem arz etmektedir (Bingol vd., 2013; Dümen vd., 2011; Thakur, Asrani ve Patial, 2018). Çevresel koşullara dayanıklılığı sağlayan bu özelliklerinden dolayı gıda endüstrisinde uygulanan geleneksel yöntemler (örn., UHT, pastörizasyon vb.) *L. monocytogenes* etkenleri için yetersiz kalabilmektedir.

Bu derleme, *L. monocytogenes*'e karşı inhibe edici etkinliği saptanmış olan yüksek hidrostatik basınç uygulaması, ışınlama tekniği, mikrodalga fırın kullanımı, bakteriyofaj kullanımı, endolizin tekniği, rekabetçi bakteri türlerinin kullanımı ve bakteriyosin kullanımı gibi bazı modern tedbirler hakkındaki mevcut bilgilere genel bir bakış sunmaktadır.

Yüksek Hidrostatik Basınç (YHB) Uygulaması

Yüksek hidrostatik basınç uygulamasının, gıda endüstrilerinde yararlanılmasındaki ana sebebi; ısıl işlem uygulanmaksızın gıdaların besinsel, fonksiyonel ve duyusal karakterlerini koruyup raf ömürlerini uzatabilmektir (Zhao vd., 2017). YHB tekniğinde suyun sağladığı basınç kuvvetinden faydalanarak gıdalara 100 MPa üzeri bir kuvvet uygulanır ve böylelikle *L. monocytogenes* gibi patojenlerin eliminasyonu hedeflenir (Bahrami, Baboli, Schimmel, Williams ve Jafari, 2020). Yüksek hidrostatik basıncın *L. monocytogenes* üzerindeki etkisi uygulanan basıncın gücü ve uygulanma süresine, ortamın sıcaklığına ve mikroorganizmanın serotiplerine bağlıdır (Hugas vd., 2002). Gıdaya uygulanan basınç ve sürenin arttırılması, mikrobiyal inaktivasyonun hızlanmasına sebep olacaktır (Bover-Cid, Belletti, Aymerich ve Garriga, 2015). Gıdanın yapısında bulundurduğu bileşenler YHB uygulaması için önemlidir. Bazı gıdaların içerdikleri yüksek yağ, protein ve şeker oranları ya da düşük su aktivasyon değerlerine sahip oluşları YHB uygulamasının antimikrobiyal etkinliğini azalttığı saptanmıştır. Fakat gıda, yüksek asiditeye sahipse YHB uygulamasının mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkinliği arttırdığı da tespit edilmiştir (Bover-Cid vd., 2015). YHB uygulamasının *L. monocytogenes* üzerindeki inaktive edici etkilerini; hücre içi protein yapısının, pH dengesinin ve hücre zarı geçirgenliğinin bozulması ile beraber hücre zarının bütünlüğünün kaybolmasına sebep olarak inaktive edici etkinliklerini göstermektedirler (Bahrami vd., 2020).

Hugas vd. (2002), 414 MPa'lık basınç ve 50 °C'de yüksek basınç uygulanan taze domuz eti ürünlerinde, en dirençli *L. monocytogenes* serotiplerinde 10 log'luk ciddi bir azalma elde edildiğini ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar, vakumla paketlenmiş dana eti örneklerinde de 31 °C'de 600 MPa basınçta ve 6 dak.'lık uygulamanın *L. monocytogenes*ve Salmonella spp. etkenlerine letal etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Patojen ve gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmaların üremeleri için sağladıkları uygun pH ile yüksek su aktivitesi değerleri ve vakum paketleme tekniğinin patojen ve gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmalar lehine ortamın mikroflorasını bozması, dilimli vakum pakette bulunan jambonları oldukça dayanıksız kılmıştır (Hugas vd., 2002). Dilimlenmiş vakum pakette bulunan jambonlara uygulanan 600 MPa basınçta 6 dak.'lık YHB uygulaması, önemli düzeyde patojenlerin ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların üremesini baskılamış ve 60 gün boyunca da organoleptik tazeliklerini devam ettirebilmelerini sağlamıştır (Hugas vd., 2002).

Işınlama

Gıdaların raf ömürlerini uzatmak ve patojenlerin yok edilmesini sağlamak amacıyla kullanılan tekniklerden birisi de ışınlama tekniğidir. Işınlama tekniği birçok gıdada parazitlerin ve spor oluşturmayan mikroorganizmaların eliminasyonu amacıyla kullanılmaktadır (Farkas ve Mohachsi-Farkas, 2011). Gıda endüstrisinde en çok kullanılan ultraviyole (UV) ışınlar; gama, alfa, x ve elektron ışınlarıdır (Bahrami vd., 2020). UV ışınların 254 nm dalga boylarında, klor içeren güçlü antiseptik özelliğe sahip kimyasal bileşiklerden daha etkili oldukları tespit edilmiştir (Mikš-Krajnik vd., 2017). Işınlamanın, mikroorganizmalar üzerindeki etkileri; uygulanan doza, absorbe edilen ışın miktarına, sıcaklık ve atmosfer gibi önemli çevresel koşullara bağlıdır (Bahrami vd., 2020). Işınlamanın temel etkisi hücre içi DNA hasarına yol açarak mikroorganizmaların yok edilmesine sebep olmasından ileri gelmektedir (Bahrami vd., 2020).

Işınlama uygulaması, Dünya Sağlık

Örgütü (WHO) tarafından bildirilen sınır doz seviyesi olan 10 kGy'den fazla kullanıldığında insanlar için toksik etkilerin oluşmasına sebep olabilmektedir (Farkas, 2006). Işınlamanın pürüzlü gıda yüzeylerinde etkinlik bakımından yetersizliği tekniğin uygulanmasındaki problemlerden birisidir. Ultrason gibi diğer teknolojilerle kombinasyonu mikroorganizmaların eliminasyonunda etkinliğin arttırılmasında önemlidir (Bahrami vd., 2020).

Mikš-Krajnik vd. (2017), *L. monocytogenes* inoküle edilmiş somon balığı örnekleri, yaklaşık 8 cm'lik mesafeden 5 dakika boyunca ışınlamaya ve ardından 1 dakika boyunca da ultrason tekniğine maruz bırakılmıştır ve deney sonucunda *L. monocytogenes*'in, başlangıç popülasyonuna göre 0,79 log CFU/g oranında azaldığı tespit edilmiştir.

Mikrodalga Uygulaması

Mikrodalga uygulaması, geleneksel yöntemlere kıyasla kısa işlem süresi ve ısıl işlemin homojenliği bakımından daha güvenli ve kaliteli ürünlerin sunumuna olanak sağlamaktadır (Tang vd., 2018). Ev tipi mikrodalga fırınları genellikle 2.45 GHz'lik frekanslar üretirken, endüstriyel mikrodalga fırınları ise 915 MHz ile 2.45 GHz arası frekans üretmektedirler (Guo vd., 2017). Mikrodalga fırınların, patojen mikroorganizmalar üzerindeki yok edici etkisi; selektif ısıtma özelliğinden dolayı hızlı bir yıkıma sebep olması, hücre içi alışveriş transferini bozması, bazı sentez reaksiyonlarını olumsuz etkilemesinden ileri gelmektedir (Guo vd., 2017).

Zeinali vd. (2015), *L. monocytogenes* inoküle edilmiş tavuk gövde eti örneklerine ev tipi mikrodalga fırınıyla farklı sürelerde (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 ve 80 sn) ve 900 watt gücünde bir ısıl işlem uygulamışlardır. Araştırmacılar, 60 sn ve üzerinde gerçekleştirilen uygulamaların *L. monocytogenes* sayısında önemli bir azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Sung ve Kang (2014), *L. monocytogenes* aşılanan salsa sosu örneklerinde farklı güç seviyelerinde etken sayısının 4,51 ile 4,85 log CFU/g oranında azaltılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Rekabetçi Bakteri Türleri

Laktik asit bakterileri (LAB), çeşitli patojen ve gıdalarda bozulma yapan mikroorganizmaların gelişme ve üremelerine inhibe edici etki gösterirler. Bu inhibisyonun nedeni metabolizma için ihtiyaç duyulan besin maddelerine karşı rekabetten ileri gelmektedir (Amézquita ve Brashears, 2002). Bu sebeple LAB'leri patojen ve gıda bozucu mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkinliklerini; hidrojen peroksit, laktik asit ve diasetil gibi organik asit metabolitlerini, bulunduğu ortama salarak pH gibi ortamın çevresel parametrelerini etkilerler ve böylelikle diğer mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etki göstermiş olurlar. Ayrıca hedef hücreye özgü bakteriyosin üreterek de antimikrobiyal etki gösterebilirler.(Amézquita ve Brashears, 2002; Gray vd., 2018)

Amézquita ve Brashears (2002), *L. monocytogenes* ile laktik asit bakterilerini (P. acidilactici, L. casei ve L. paracasei) vakum paketli frankfurter sosis ile jambona inoküle etmişlerdir. Numuneler 5 °C'de 28 gün boyunca inkubasyona bırakılmıştır.

Araştırmacılar, frankfurter sosislerde kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 3,25 log ile 3,48 log'luk önemli bir azalma meydana geldiğini, jambonda ise *L. monocytogenes* etkenlerinin başlangıç seviyesinde kaldığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte jambon örneklerinde saptanan bakteriyostatik etkinin çok az pH düşüşüne bağlı olarak LAB'lerinin, *L. monocytogenes* etkenleri üzerinde baskılayıcı bir üreme ortamı oluşturamamalarından kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Bakteriyosin

Bakteriyosinler, birçoğu laktik asit bakterileri tarafından üretilen antimikrobiyal nitelikte peptid yapısında maddelerdir (Gray vd., 2018). Sınıf-1 veya Sınıf-2 olmak üzere 2 temel gruba ayrılırlar. Sınıf-1 grubu aynı zamanda lantibiyotik olarak da tanımlanır (Gray vd., 2018). Cell-free supernatant (CFS) formunda elde edilebilirler. CFS formunda elde edilen bakteriyosinlerin diğer bakteriyosinlerden farkı beraberinde bulundurduğu organik asitlerle daha güçlü antimikrobiyal etkinlik gösterebilmeleridir (Gray vd., 2018). Bakteriyosinlerin *L. monocytogenes* üzerindeki etkinliği; hücre duvarı, DNA, mRNA ya da protein sentezinin inhibisyonundan ileri gelmektedir (Gray vd., 2018). Lc. lactis tarafından sentezlenen nisin, WHO tarafından gıdalarda katkı maddesi olarak kullanımı onaylanan ve patojen mikroorganizmalar üzerinde en güçlü etkinliği gösterdiği kabul edilen Sınıf-1 grubundaki bir bakteriyosindir (Gray vd., 2018).

Vijayakumar ve Muriana (2007), *L. monocytogenes* inoküle edilmiş sosislerde bakteriyosinlerin etkinliğini ortaya koymaya çalışmışlardır. Araştırmacılar, cell-free supernatant formunda olan curvaticin Beef3, lacticin FLS1, curvaticin FS47 ve pediocin Bac3 bakteriyosinlerinin, eşit oranlarda sosis karışımına eklenmesinin 5 °C'lik muhafazada 84 günlük bir inkübasyon periyodunun sonunda *L. monocytogenes*'in başlangıç değerine göre 1 log'luk bir azalış meydana getirdiğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte sosis üretiminde soyma işleminden önce CFS bakteriyosinlerinin sprey formunda yüzeylere uygulanmasının, 84 günün sonunda *L. monocytogenes*'in üremesini baskılayamadığı bildirilmiştir.

Bakteriyofajların Kullanımı

Bakteriyofajlar, doğal çevrelerinde yaşamlarını sürdürebilmek için bakterileri enfekte eden ve farklı morfolojik yapılara sahip olan virüslerdir (Gray vd., 2018). Bakteriyofajlar arasında çoğunluğu oluşturan grup dsDNA genomuna sahip kuyruklu yapıdaki Caudovirales grubudur (Salmond ve Fineran, 2015). Caudovirales grubu da kendi içerisinde Myoviridae, Siphoviridae ve Podoviridae ailesi olmak üzere 3 gruba ayrılırlar (Salmond ve Fineran, 2015). Morfolojik yapılarının dışında bakteriyofajlar, hedef alınan patojendeki geçirdiği litik ya da termik döngüye göre de sınıflandırılırlar (Salmond ve Fineran, 2015). Litik döngüde, hedef hücreye giren bakteriyofaj kendi genomunu çoğaltarak yeni bakteriyofajların üremesine ve böylelikle de salgıladıkları hidrolitik enzimlerle hücre duvarı yapısını bozarak bakterinin yok edilmesine sebep olmaktadır (Salmond ve Fineran, 2015). Termik döngüde ise bakteriyofaj konak hücreye girer ve horizontal gen transferi ile

konak hücreye kendi genlerini aktarır; fakat bakteriyofaj için stres koşulları oluşursa faj litik döngüye geçebilir (Salmond ve Fineran, 2015). Bu yüzden *L. monocytogenes* ve oluşturduğu biyofilme karşı kullanılan bakteriyofajın litik döngü geçirebilmesi önemlidir. Eğer faj, termik döngü geçirirse *L. monocytogenes*'in direnç kazanmasına sebep olabilir (Gray vd., 2018).

Listex™ P100 gibi ticari olarak sunulan bakteriyofajların gıda üretim tesislerinde *L. monocytogenes*'in oluşturduğu biyofilm üzerinde etkinliği olduğu kanıtlansa da daha güçlü bir etki için geleneksel tekniklerle (örn., ekzopolisakkarit maddenin mekanik olarak kaldırılması ve dezenfeksiyon işlemi gibi) kullanılması gerektiği ifade edilmektedir (Gray vd., 2018).

Endolizinler

Endolizinler, bakteriyofajlar tarafından litik fazın sonunda konakçı hücre içine salınan hidrolitik enzimlerdir (Chan ve Abedon, 2015). Bu enzimler, hedef alınan hücrenin sahip olduğu peptidoglikan yapıdaki hücre duvarı yapısını bozarak etkilerini gösterirler (Chan ve Abedon, 2015). Böylelikle bakteriyofaj kullanımına gerek kalmadan oluşabilecek faj enfeksiyonlarına ve *L. monocytogenes*'in olası direnç kazanmasının önüne geçilmiş olur (Gray vd., 2018). Endolizinler, kendi içerisinde; N-asetil glukozaminidaz, endo-ß-N-asetil glukozaminidaz, litik transglükozilaz, endopeptidaz ve N-asetil muramoil-alanin amidaz olarak 5 gruba ayrılmaktadırlar (García vd., 2010). N-asetil muramoil-alanin amidaz grubunda olan PlyLM, *L. monocytogenes*'in gıda işletmelerinde oluşturduğu biyofilme karşı etkinliği kabul edilen tek lizindir (Gray vd., 2018). PlyLM'nin lizozim ve proteinaz K enzimleriyle beraber kullanımı biyofilmler üzerinde sinerjist bir etki yaratır (Gray vd., 2018). Günümüzde gerçekleştirilen çalışmalarda bakteriyofajların endolizinlerle alakalı genlerinin gıdalarda kullanılan starter kültürlere aktarılması yoluyla *L. monocytogenes* etkenlerine yönelik etkinlikleri araştırılmaktadır (Gray vd., 2018).

SONUÇ

Geleneksel sanitasyon işlemlerine zamanla kazanabileceği dirençten dolayı *L. monocytogenes* halk sağlığı ve gıda işletmeleri için bir sorun teşkil etmektedir. Bu yüzden gıda ve gıda endüstrisinde bu etkenle mücadele etmek için yeni yöntemler araştırılmıştır. Bu yeni yöntemler arasında olan yüksek hidrostatik basınç uygulaması, ışınlama tekniği, mikrodalga fırın kullanımı, rekabetçi bakteri türlerinin kullanımı ve bakteriyosinlerin kullanımı özellikle hazır yemek teknolojisinde işe yaradığı gözlemlenmiştir. Bakteriyofaj ve endolizinlerin gıda üretim tesislerinde kullanımının *L. monocytogenes*'in oluşturduğu biyofilme karşı etkili olabileceği saptanmıştır. Bu uygulamalar için uygulama süreleri, uygulama sıcaklığı ve bakterinin olası direnç kazanması gibi önemli parametreler tam olarak belirlenememiştir. Bu noktadan hareketle ilgili parametrelerin belirlenmesine yönelik gerekli çalışmaların yapılması ve bu tekniklerin yaygınlaştırılması önemlidir.

KAYNAKLAR

Amézquita, A. ve Brashears, M. M. (2002). Competitive inhibition of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meat products by lactic acid bacteria. *Journal of Food Protection, 65*(2), 316–325. https://doi.org/10.4315/0362-028X-65.2.316

Adzitey, F. ve Huda, N. (2010). *Listeria monocytogenes* in foods: Incidences and possible control measures. *African Journal of Microbiology Research*, *4*(25), 2848-2855. https://doi.org/10.5897/AJMR.9000474

Bingol, E. B., Dumen, E., Kahraman, T., Akhan, M., Issa, G. ve Ergun, O. (2013). Prevalence of Salmonella spp., *Listeria monocytogenes* and Escherichia coli O157 in meat and meat products consumed in Istanbul. *Med. Weter., 69*(8), 488-491.

Bahrami, A., Baboli, Z. M., Schimmel, K., Williams, L. ve Jafari, S. M. (2020). Efficiency of non-conventional processing technologies for the control of *Listeria monocytogenes* in food products, Trends in Food Science & Technology. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.009

Bover-Cid, S., Belletti, N., Aymerich, T. ve Garriga, M. (2015). Modeling the protective effect of a w and fat content on the high pressure resistance of *Listeria monocytogenes* in dry-cured ham. *Food Research International, 75*, 194–199. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.05.052

Chan, B. K. ve Abedon, S. T. (2015). Bacteriophages and their enzymes in biofilm control. *Current Pharmaceutical Design, 21*(1), 85-99.

Dümen, E., Issa, G., Ikiz, S., Bağcıgil, F., Özgür, Y., Kahraman, T., Ergin, S. ve Yeşil, O. (2011). Determining existance and antibiotic susceptibility status of *Listeria monocytogenes* isolated from dairy products, serological and moleculer typing of the isolates. *Kafkas Univ Vet Fak Derg, 17*(Suppl A), 111-119. https://doi.org/10.9775/kvfd.2010.3632

Erol, İ. (2007). Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. s. 127. Ankara: Pozitif Matbaacılık.

European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control (EFSA ve ECDC). (2018). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. *EFSA Journal, 16*(12). https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5500

Farkas, J. (2006). Irradiation for better foods. *Trends in Food Science & Technology, 17*(4), 148–152. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.12.003

Farkas, J. ve Mohácsi-Farkas, C. (2011). History and future of food irradiation. *Trends in Food Science & Technology, 22*(2-3), 121–126. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.002

Guo, Q., Sun, D. -W., Cheng, J. -H. ve Han, Z. (2017). Microwave processing techniques and their recent applications in the food industry. *Trends in Food Science & Technology, 67*, 236–247. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.007

Gray, J. A., Chandry, P. S., Kaur, M., Kocharunchitt, C., Bowman, J. P. ve

Fox, E. M. (2018). Novel Biocontrol Methods for *Listeria monocytogenes* Biofilms in Food Production Facilities. Frontiers in Microbiology, 9. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00605

García, P., Rodríguez, L., Rodríguez, A. ve Martínez, B. (2010). Food biopreservation: promising strategies using bacteriocins, bacteriophages and endolysins. *Trends in Food Science & Technology, 21*(8), 373–382. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.010

Hugas, M., Garriga, M. ve Monfort, J. M. (2002). New mild technologies in meat processing: high pressure as a model technology. *Meat Science, 62*(3), 359-371. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00122-5

Li, W., Bai, L., Fu, P., Han, H., Liu, J. ve Guo, Y. (2018). The Epidemiology of *Listeria monocytogenes* in China. *Foodborne Pathogens and Disease, 15*(8), 459-466. https://doi.org/10.1089/fpd.2017.2409

Mikš-Krajnik, M., James Feng, L. X., Bang, W. S. ve Yuk, H. -G. (2017). Inactivation of *Listeria monocytogenes* and natural microbiota on raw salmon fillets using acidic electrolyzed water, ultraviolet light or/and ultrasounds. *Food Control, 74*, 54–60. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.11.033

Sung, H. -J. ve Kang, D. -H. (2014). Effect of a 915 MHz microwave system on inactivation of Escherichia coli O157:H7, Salmonella Typhimurium, and *Listeria monocytogenes* in salsa. *LWT - Food Science and Technology, 59*(2), 754–759. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.058

Salmond, G. P. C. ve Fineran, P. C. (2015). A century of the phage: past, present and future. *Nature Reviews Microbiology, 13*(12), 777-786. https://doi.org/10.1038/nrmicro3564

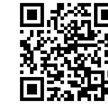
Thakur, M., Asrani, R. K. ve Patial, V. (2018). *Listeria monocytogenes* : A Food-Borne Pathogen. *Foodborne Diseases*, 157–192. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811444-5.00006-3

Tang, J., Hong, Y. K., Inanoglu, S. ve Liu, F. (2018). Microwave pasteurization for ready-to-eat meals. *Current Opinion in Food Science, 23*, 133-141. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.10.004

Vijayakumar, P. P. ve Muriana, P. M. (2017). Inhibition of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat meats using bacteriocin mixtures based on mode-of-action. *Foods, 6*(3), 22. https://doi.org/10.3390/foods6030022

Zeinali, T., Jamshidi, A., Khanzadi, S. ve Azizzadeh, M. (2015). The effect of short-time microwave exposures on *Listeria monocytogenes* inoculated onto chicken meat portions. *Veterinary Research Forum, 6*(2), 173-176. Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.

Zhao, G., Zhang, R. ve Zhang, M. (2017). Effects of high hydrostatic pressure processing and subsequent storage on phenolic contents and antioxidant activity in fruit and vegetable products. *International Journal of Food Science & Technology, 52*(1), 3-12. https://doi.org/10.1111/ijfs.13203



Araştırma Makalesi (Research Article)
Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi, (1), 27-37.

İstanbul Yöresinde Tüketime Sunulan Yoğurtların Jelatin ve Nişastalı Maddeler Yönünden İncelenmesi ile Muhafaza Süresince Bazı Kimyasal Nitelikleri*

Investigation of Starchy Substances and Gelatin in Yoghurt Consumed in Istanbul Region and Some Chemical Qualities During the Storage Period

Mustafa YÖNET[1]*, Kemal Kaan TEKİNŞEN[2]
[1]Deniz Kuvvetleri Komutanlığı / İstanbul
[2]Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD / Konya
[1]ORCID: 0000-0002-8749-7544, [2]ORCID: 0000-0003-3287-3925
***Sorumlu Yazar :** yonetmustafa@gmail.com **Geliş Tarihi :** 04.01.2021 **Kabul Tarihi :** 26.03.2021

*Bu çalışma yüksek lisans tezinin bir kısmından özetlenerek hazırlanmıştır.

ÖZET

Araştırma, ülke genelinde olduğu gibi İstanbul'da da üretimi son yıllarda artan yoğurdun katkı maddeleri varlığı ve muhafaza süresince kimyasal niteliklerini belirleyerek üretilen yoğurdun kalite özelliklerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

İstanbul yöresinde tam yağlı yoğurt etiketi ile 500-1500 g arası ambalajlarda satışa sunulan 10 farklı marka ve her markaya ait 10'ar numune orijinal ambalajları ile laboratuvara getirildi. Laboratuvara getirilen numuneler +4°C'de muhafaza edilerek 24 saat içinde analizlere tabi tutuldu. Muhafazanın 1. gününde numuneler jelatin, nişasta ve peroksidaz varlığı yönünden, muhafazanın 1., 7. ve 14. günlerinde ise kimyasal nitelikleri (yağ, protein, asitlik [%l.a] ve yağsız kuru madde) yönünden incelendi.

Numunelerin muhafaza süresince analiz sonuçları, Türk Gıda Kodeksi (TGK)'nde belirtilen kriterler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Numunelerin tamamının protein miktarları, nişasta ve peroksidaz test sonuçları yönünden uygun olduğu, diğer taraftan yağ miktarları yönünden tamamında asitlik (%l.a) değerlerinin ise muhafazanın 1. ve 7. günlerinde %10'unda uygun olmadığı tespit edildi. Bununla birlikte numunelerin %90'ının TS 1330'da (Türk Standartları Enstitüsü [TSE], 2006) belirtilen yağsız kuru madde miktarları yönünden ilgili kritere uygun olmadığı belirlendi. Ayrıca numunelerin %20'sinin TGK'ye göre kullanımı yasak olan jelatin içerdiği, jelatin içeren numunelerin içermeyen numunelerle muhafaza süresince kimyasal nitelikleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olmadığı sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak, bazı süt işletmeleri tarafından üretilen yoğurtların yasal kimyasal kriterlere uygun olmadığı ve/veya jelatin içerdiği tespit edilmiştir. Üstün ve yasal niteliklere sahip yoğurt üretimi için ilgili kontrollerin rutin olarak yapılması ve tedbirlerin alınması önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Jelatin, Kimyasal özellikler, Nişasta, Yoğurt

ABSTRACT

The research was carried out in order to determine the chemical properties of yoghurt, whose production has increased in Istanbul in recent years, during the storage period and the presence of additives, and to reveal the quality characteristics of the yoghurt produced.

In Istanbul region, 10 different brands and 10 samples of each brand were brought to the laboratory with their original packages, which were offered for sale in packages of 500-1500 g with a full-fat yoghurt label. The samples brought to the laboratory were kept at +4 °C and analyzed within 24 hours. On the 1st day of storage, samples were examined for the presence of gelatin, starch and peroxidase, and on the 1st, 7th and 14th days of storage for their chemical properties (fat, protein, acidity [1.a%] and non-fat dry matter).

The analysis results of the samples were evaluated during the storage period, especially considering the criteria specified in the Turkish Food Codex (TFC). It was determined that all of the samples were suitable in terms of protein amounts, starch and peroxidase test results. On the other hand, all of the samples in terms of fat amounts, 10% of the samples 1st and 7th days of the storage in terms of acidity (1.a%) values were not appropriate. However, it was determined that 90% of the samples did not comply with the relevant criterion in terms of the amount of non-fat dry matter specified in TS 1330. In addition, it has been concluded that 20% of the samples contain gelatin, which is prohibited according to TFC, and that there is no statistically significant difference between the chemical properties of the samples containing gelatin and samples that do not contain it during storage.

As a result, it has been determined that yoghurts produced by some dairy enterprises do not comply with legal chemical criteria and / or contain gelatin. It is important to carry out the relevant controls routinely and take precautions for the production of yoghurt with superior and legal qualities.

Keywords: Chemical properties, Gelatin, Starch, Yoghurt

GİRİŞ

Toplumların kalkınmasında en önemli faktör insan olmuştur. Ancak yeterli ve dengeli beslenebilen insan bu faktörü yerine getirebilir. Beslenme; büyümek, gelişmek ve bazı fizyolojik olayları yerine getirebilmek gibi hayati olayların tümünü yakından ilgilendirir. Hızla artan dünya nüfusuna karşı gıda maddeleri yetersiz kalmakta ve bu sebeple dünya nüfusunun yaklaşık yarısı yetersiz ve dengesiz beslenmeden kaynaklanan hastalık ve rahatsızlıklarla mücadele etmektedir (Demirci, 2002; İnal, 1990).

Ülkemizde de yetersiz ve dengesiz beslenme önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum ekonomik nedenlerin yanı sıra, özellikle yüksek hayvansal protein içeren gıdaların dağılımının yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır (İnal, 1990). Bir topluma, sağlıklı toplum diyebilmek ancak gıdaların dengeli şekilde dağıtılabilmesi ve en kaliteli şekilde tüketime sunulmasıyla mümkün olur

(Demirci, 2002; İnal, 1990). İnsanların sağlıklı beslenmesinde süt ve süt ürünleri her zaman önemli bir yere sahiptir (Durak vd., 2008).

Fermente süt ürünü dediğimizde aklımıza öncelikle şüphesiz yoğurt gelmektedir. Yoğurt sütün Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus ve Strectococcus salivarius subsp. thermophilus bakterileri ile laktik asit fermentasyonu sonrasında oluşan fermente bir süt ürünüdür (Tekinşen ve Tekinşen, 2005).

Süt sanayisinin endüstriyel düzeyde gelişmiş olduğu başlıca illerden olan İstanbul'da işletmelerin birçoğunun yoğurt üretimi gerçekleştirdiği bilinmektedir. Türkiye'de 2018 yılında 22.120.716 ton süt üretilmiş olduğu ve üretilen sütün %5,41'inin yoğurt yapımında kullanıldığı belirtilmektedir (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2018).

Türkiye'de en çok tercih edilen ve en fazla tüketilen fermente süt ürünü olan yoğurdun kalite niteliklerini belirlemeye yönelik birçok araştırma yapılmıştır. Bu bağlamda mevcut araştırma ülke genelinde olduğu gibi İstanbul'da da talebe bağlı olarak üretimi son yıllarda artan yoğurdun bazı katkı maddeleri varlığı ve muhafaza süresince kimyasal niteliklerini belirleyerek üretilen yoğurdun kalite özelliklerini ortaya konmasına yardımcı olabilecek bazı temel bilgileri elde etmek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOTLAR

Materyal

Araştırmada materyal olarak kullanılan yoğurt numuneleri İstanbul'daki farklı perakende satış yerlerinden temin edildi. İstanbul yöresinde tam yağlı yoğurt etiketi ile 500-1500 g arası ambalajlarda satışa sunulan 10 farklı marka ve her markaya ait 10'ar numune, orijinal ambalajları ile laboratuvara getirildi. Laboratuvara getirilen numuneler +4 °C'de muhafaza edilerek 24 saat içinde analizlere alındı.

Analizler öncesinde aynı marka ve parti numarasına sahip numuneler temiz bir kabın içerisinde karıştırılarak homojen hale getirildi. Muhafazanın 1. gününde numuneler jelatin, nişasta ve peroksidaz varlığı, muhafazanın 1., 7. ve 14. günlerinde ise kimyasal nitelikleri (yağsız kuru madde, yağ, asitlik [%l.a] ve protein) yönünden incelendi. Analizler paralel olarak gerçekleştirildi.

Metotlar

Jelatin Tayini

Bir erlene yoğurt numunesinden 10 ml alındı ve üzerine 10 ml civa nitrat çözeltisi ilave edilerek karıştırıldı. Karışım üzerine 20 ml damıtık su eklendi ve tekrar karıştırıldı. Karışım 5 dak. sonra süzgeç kâğıdında süzüldü. Süzüntülerden 5 ml alınıp deney tüplerine aktarılarak üzerine 5 ml doymuş pikrik asit çözeltisi ilave edildi. 24 saat yatık vaziyette bekletilen deney tüplerinin çeperlerine karakteristik sarı bir çökeleğin yapışıp yapışmadığı gözlemlendi. Tüp çeperine yapışan tortular pozitif olarak değerlendirildi (Tekinşen vd., 2002).

Nişasta Tayini

Yoğurt numuneleri 3 ml miktarlarda beherlere konuldu. Numuneler üzerine 3 ml

damıtık su ilave edilip karıştırılarak ayran haline getirildi daha sonra numuneye 2-3 damla lugol çözeltisi ilave edildi. Mavi-mor renk oluşan numuneler pozitif olarak değerlendirildi (Tekinşen vd., 2002).

Peroksidaz Tayini

Beherlere 10 g tartılan yoğurt numuneleri üzerine %0,2'lik hidrojen peroksit çözeltisinden iki damla ilave edildi ve karıştırıldı. Karışıma 2 damla %2'lik parafenilendiamin hidroklörür ilave edildi ve tekrar karıştırıldı. Mavi rengin oluşması peroksidaz pozitif olarak değerlendirildi (TSE, 2006).

Yağsız Kuru Madde Tayini

Yoğurt numuneleri kuru alüminyum kaplara 3'er g tartılarak konuldu. Alüminyum kaplar, sonrasında 105±2 °C de 1-1,5 saat etüvde bekletildi. Etüvden çıkan numuneler soğumaları için desikatöre alındı. Soğuyan numunelerin tekrar tartımları yapıldı. Tartılan numunelerin (%) yağsız kuru madde miktarı formül yardımıyla hesaplandı (TSE, 2006).

Yağ Tayini

Yağ oranları Gerber metodu ile belirlendi. Bir beher içerisine 50 g tartılan yoğurt numuneleri üzerine 5 ml %30'luk amonyum hidroksit çözeltisi ilave edildi ve cam baget ile karıştırıldı (Metin ve Öztürk, 2002). 10 ml %90'lık sülfürik asit (d=1,820) konulan bütirometrelere 11 ml numune eklendi. Üzerlerine 1'er ml izopromil alkol (d=0,814) eklendikten sonra ağızları mantar tıpa ile sıkıca kapatıldı ve içeriğin karışması sağlandı. Bütirometreler 60-63 °C'de 20 dak. santrifüj edildikten sonra yağ sütunu iç bükey olarak üstte oluşan hattın alt sınırı esas alınarak hızla okundu ve kayıt edildi. Numune amonyak ile 1/10 oranında muamele edildiği için bütirometreden okunan değer 1,1 ile çarpıldı ve % cinsinden yağ değeri hesaplandı (TSE, 2006).

Titre Edilebilir Asitlik Tayini

Numunelerin titre edilebilir asitlikleri laktik asit cinsinden belirlendi. Erlen içerisine 10 g tartılan numunelerin üzerine 40 °C 10 ml distile su ilave edilerek karıştırıldı. Erlen içerisindeki karışıma 0,5 ml fenolftalein çözeltisi ilave edildi ve titrasyona başlandı. Titrasyon N/10'luk NaOH çözeltisi ile yapıldı ve 30 sn kaybolmayan pembe renk meydana gelinceye kadar devam edildi. Daha sonra yoğurdun % titre edilebilir asitlik oranı formül yardımıyla hesaplandı (TSE, 2006).

Protein Tayini

Numunelerin protein miktarının kantitatif tayini için Velp Scientifica NDA 701 model Dumas ünitesi kullanıldı.

İstatistiksel Analizler

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS Paket Programından (IBM SPSS Statistics-Version 22) yararlanıldı. İstatistiksel değerlendirmede verilere Varyans Analizi (One-Way Anova) uygulanarak faktörler (muhafaza süresince kimyasal değişimler) birlikte değerlendirildi. 2 grup (jelatin pozitif-negatif) arası farklılıklar Indipendent Samples T-testi uygulanarak belirlendi (Özdamar, 1997).

BULGULAR

Tablo 1. Yoğurt numunelerinin jelatin, nişasta ve peroksidaz bulguları

Numune	Jelatin	Nişasta	Peroksidaz
A	Negatif	Negatif	Negatif
B	Negatif	Negatif	Negatif
C	Negatif	Negatif	Negatif
D	Negatif	Negatif	Negatif
E	Negatif	Negatif	Negatif
F	Pozitif	Negatif	Negatif
G	Negatif	Negatif	Negatif
H	Negatif	Negatif	Negatif
I	Pozitif	Negatif	Negatif
J	Negatif	Negatif	Negatif

Tablo 2. Jelatin negatif numunelerin muhafaza süresince yağsız kuru madde oranları

Numune	Nitelik	Muhafaza Süreleri (Gün)		
		1.	7.	14.
A	Yağsız Kuru Madde (%)	11,02±0,14	11,22±0,01	11,07±0,11
B		10,11±0,06	9,58±0,04	9,97±0,18
C		14,33±0,05	13,75±0,61	14,03±0,30
D		9,87±0,12	9,89±0,26	9,91±0,04
E		9,87±0,08	9,64±0,02	9,84±0,09
G		9,69±0,12	9,37±0,07	9,77±0,02
H		8,91±0,02	8,59±0,02	8,55±0,02
J		10,79±0,04	11,01±0,14	10,75±0,06
x̄ ± S x̄		10,57±0,40	10,38±0,39	10,49±0,39

x̄= Ortalama Sx̄= Standart Hata

Tablo 3. Jelatin negatif numunelerin muhafaza süresince yağ oranları

Numune	Nitelik	Muhafaza Süreleri (Gün)		
		1.	7.	14.
A	Yağ (%)	3,30±0,00	3,30±0,00	3,30±0,00
B		3,41±0,11	3,36±0,06	3,30±0,00
C		3,03±0,05	3,03±0,05	3,03±0,05
D		3,52±0,00	3,52±0,00	3,30±0,00
E		3,14±0,05	3,30±0,00	2,97±0,00
G		3,14±0,05	3,30±0,00	3,08±0,00
H		2,81±0,05	2,75±0,00	2,75±0,00
J		3,41±0,11	3,41±0,00	3,52±0,00
x̄ ± S x̄		3,22±0,06	3,25±0,06	3,16±0,06

x̄= Ortalama Sx̄= Standart Hata

Tablo 4. Jelatin negatif numunelerin muhafaza süresince protein oranları

Numune	Nitelik	Muhafaza Süreleri (Gün)		
		1.	7.	14.
A	Protein (%)	5,35±0,15	5,08±0,09	5,20±0,06
B		3,90±0,00	3,98±0,02	4,19±0,04
C		5,71±0,19	5,55±0,33	5,56±0,04
D		4,05±0,21	4,11±0,01	4,15±0,01
E		3,65±0,19	3,40±0,04	3,77±0,21
G		3,65±0,00	3,51±0,10	3,86±0,03
H		3,25±0,01	3,19±0,02	3,31±0,07
J		3,93±0,11	4,06±0,08	4,00±0,04
x̄ ± S x̄		4,19±0,21	4,11±0,81	4,25±0,18

x̄= Ortalama Sx̄= Standart Hata

Tablo 5. Jelatin negatif numunelerin muhafaza süresince asitlik oranları

Numune	Nitelik	Muhafaza Süreleri (Gün)		
		1.	7.	14.
A	Asitlik (%l.a)	1,39±0,03	1,48±0,01	1,56±0,05
B		1,31±0,02	1,40±0,02	1,51±0,02
C		1,55±0,01	1,66±0,01	1,72±0,01
D		1,35±0,01	1,49±0,00	1,52±0,02
E		1,16±0,00	1,20±0,01	1,35±0,01
G		1,08±0,00	1,15±0,01	1,24±0,01
H		1,03±0,00	1,12±0,01	1,22±0,00
J		0,96±0,01	1,05±0,00	1,20±0,01
x̄ ± S x̄		1,23±0,05	1,32±0,21	1,41±0,05

x̄= Ortalama Sx̄= Standart Hata

Tablo 6. Jelatin pozitif numunelerin muhafaza süresince kimyasal nitelikleri

Numune	Nitelik	Muhafaza Süreleri (Gün)		
		1.	7.	14.
F	Yağsız Kuru Madde (%)	11,71±0,05	11,69±0,06	10,98±0,03
I		11,19±0,03	10,70±0,14	10,39±0,01
$\bar{x} \pm S\bar{x}$		11,45±0,15	11,20±0,29	10,68±0,17
F	Yağ (%)	3,19±0,11	3,14±0,05	3,30±0,00
I		3,47±0,05	3,36±0,06	3,63±0,00
$\bar{x} \pm S\bar{x}$		3,33±0,09	3,25±0,07	3,47±010
F	Protein (%)	4,16±0,07	4,21±0,18	4,27±0,05
I		3,79±0,04	3,87±0,14	3,74±0,16
$\bar{x} \pm S\bar{x}$		3,97±0,11	4,04±0,14	4,00±0,17
F	Asitlik (%l.a)	1,30±0,00	1,39±0,00	1,45±0,02
I		1,24±0,00	1,26±0,01	1,29±0,02
$\bar{x} \pm S\bar{x}$		1,27±0,02	1,33±0,04	1,37±0,05

$\bar{x}$= Ortalama $S\bar{x}$= Standart Hata

Tablo 7. Jelatin negatif ve pozitif numunelerin muhafaza süresince bazı kimyasal nitelikleri

Numune Nitelik	Muhafaza Süresi (Gün)	Jelatin Aranması	
		Negatif	Pozitif
Yağsız Kuru Madde (%)	1.	10,57^{ax}	11,45^{ax}
	7.	10,38^{ax}	11,20^{ax}
	14.	10,49^{ax}	10,68^{ax}
Yağ (%)	1.	3,22^{ax}	3,33^{ax}
	7.	3,25^{ax}	3,36^{ax}
	14.	3,16^{ax}	3,63^{ax}
Protein (%)	1.	4,19^{ax}	3,97^{ax}
	7.	4,11^{ax}	4,04^{ax}
	14.	4,25^{ax}	4,00^{ax}
Asitlik (%l.a)	1.	1,23^{ax}	1,27^{ax}
	7.	1,32^{ax}	1,33^{ax}
	14.	1,41^{ax}	1,37^{ax}

a,b,c: Aynı satırdaki; x,y,z: Aynı sütundaki farklılıkları göstermektedir.

*Aynı satırda veya sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma jelatin, nişasta ve peroksidaz varlığı yönünden incelenen yoğurt numunelerinde muhafaza süresinin bazı kimyasal nitelikler üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapıldı. Ayrıca numunelere ait bulgular TGK Fermente Süt Ürünleri Tebliği (TGK, 2009)'ndeki kimyasal kriterlere (Tablo 8) göre değerlendirilmiştir.

Bu araştırma sonucunda numunelerde nişasta tespit edilememiştir (Tablo 1). Bu sonuçlara göre yoğurtların TGK hükümleri doğrultusunda üretildiği tespit edilmiş olup, bulgular Çakıroğlu (1997) ve Gür (2012)'ün araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan Samsun'da (Yazıcı, 1991) yerel marketlerde satışa sunulan 60 adet yoğurt numunesinin %4'ünde, Şahan (2012) Erzurum piyasasında satışa sunulan 40 adet yoğurt numunesinin %13'ünde, Bayram (2012) İstanbul ve Tekirdağ'da satışa sunulan 186 sade yoğurt numunesinden %6,54'ünde ve Bakırcı vd. (2015) Erzurum piyasasında satılan 40 adet yoğurt numunesinin %7,5'inde nişasta tespit etmişlerdir. Bu durum bazı üreticilerin yasal hükümler çerçevesinde bu maddeyi kullanmaması, bazı üreticilerin ise yasal hükümler dikkate almaksızın ürünlerinin kalite niteliklerini düzeltmeye yönelik tağşiş yapmasıyla açıklanabilir.

Analizler sonucunda yoğurt numunelerinin %20'sinde jelatin tespit edilmiştir (Tablo 1). Bulgular Şahan (2012), Bakırcı vd. (2015)'nin yaptıkları araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan Yazıcı (1991), Samsun'da yaptığı araştırmada %5 jelatin, Bayram (2012) İstanbul ve Tekirdağ'da yaptığı çalışmada numunelerin %12,90'ında jelatin tespit ederek daha az oranda jelatin varlığına rastlamışlardır. Ayrıca Çakıroğlu (1997) ve Gür (2012) yaptıkları araştırmalarda jelatin varlığına rastlamamışlardır. Bu durum özellikle yerel yoğurt üreticilerinin, yoğurdun kıvamını arttırmak ve daha fazla randıman elde etmek için yoğurtlara farklı oranda jelatin ilave edebilmeleriyle açıklanabilir. Jelatin, birçok ülkede gıda katkı maddesi olarak değerlendirilmemesine rağmen çoğu gıda maddesinde reolojik ve tekstürel özelliklerini iyileştirmesi amacıyla kullanılmaktadır (Boran, 2011).

Tablo 8. TGK'ye göre yoğurdun kimyasal özellikleri

Özellik	Tam Yağlı	Yarım Yağlı	Yağsız	%... Yağlı Yoğurt
Yağ, (%) (m/m)	≥3,8	≥ 1,5 - < 2	≤ 0,5	Belirtilen sınıflar dışında kalan
Süt Yağı (%) en fazla	15	15	15	15
*Süt Proteini, (%) en az	3	3	3	3
Asitlik (%l.a), en az / en çok	0,6/1,5	0,6/1,5	0,6/1,5	0,6/1,5

*Süt Proteini; Kjeldahl metodu ile belirlenen toplam azot miktarı x 6,38

Yapılan analizler sonucunda numunelerin tamamı peroksidaz negatif bulunmuştur (Tablo 1). Araştırma sonuçları Hisoğlu (2007), Şahan (2012) ile Demirkaya ve Ceylan (2013)'ın bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan Yazıcı (1991) Samsun'da yaptığı araştırmada numunelerin %20'sinde peroksidaz testinde pozitif sonuç çıktığını bildirmiştir. Numunelerde peroksidaz testinin negatif çıkması bu yoğurtların üretiminde kullanılan sütün peroksidaz enziminin inaktif olacak şekilde yeterli sürede ısıl işleme tabi tutulmasıyla (Tekinşen vd., 2002) açıklanabilir.

Araştırmada numunelerin asidite değerleri (%l.a) muhafaza süresi (1., 7. ve 14. gün) boyunca sırası ile jelatin negatif numunelerde 1,23±0,05, 1,32±0,21 ve 1,41±0,05 (Tablo 5), jelatin pozitif numunelerde ise 1,27±0,02, 1,33±0,04 ve 1,37±0,05 (Tablo 6) olarak bulunmuştur. Bulgular muhafaza süresince bazı numunelerin yasal sınırlar içinde olduğunu, bazı numunelerin TGK'nin hükümleri dışında kaldığını ortaya koymaktadır. Her iki grupta (jelatin pozitif ve negatif) asidite (%l.a) değerleri muhafaza süresi boyunca artış göstermiştir. Muhafaza süresi boyunca asitlik değerindeki artış, starter kültür ve bunların üretmiş oldukları enzim aktiviteleriyle (Tekinşen ve Tekinşen, 2005) açıklanabilir.

Tablo 7'de görüldüğü üzere muhafaza süresince numunelerin titrasyon asitliği değerlerinin jelatin pozitif/negatif gruplar arasında, istatistiki açıdan önem arz etmediği ($p>0,05$) tespit edildi. Bu durum jelatin ilavesinin yoğurdun asidite değerleri üzerinde etkili olmadığını ortaya koymaktadır. Akçaba (1989), jelatin ilave edilen yoğurtlar ve kontrol grubu yoğurtlar arasındaki asitlik farkının istatistiki açıdan önemsiz olduğu ve asitliğin muhafaza süresiyle doğru orantılı şekilde arttığını bildirmiştir. Alpaslan (1990) tarafından farklı oranlardaki stabilizatör katkılı numunelerin asitlik değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz

bulunmuştur. Atasever (2004) jelatin ve jelatin-pektin katkılı yoğurt numunelerinde, stabilizatör oranıyla yoğurtların asitlik değerleri arasında direkt bir ilişki bulamamış ve süte katılan jelatinin titrasyon asitliği üzerinde etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir. Araştırma sonucunda tespit edilen değerler (Tablo 7) incelendiğinde, Kurdal ve Demirci (1980), Akyüz ve Coşkun (1990), Hisoğlu (2007), Şahan (2012) ve Karacaoğlu (2018)'nun sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan Koçhisarlı ve Ergül (1987), Azgın (1993), Younus vd. (2002) ile Demirkaya ve Ceylan (2013)'ın sonuçlarından yüksek, Herdem (2006), Ceylan ve Biberoğlu (2013)'nun sonuçlarından ise düşük bulunmuştur. Bu durum üreticilerin uyguladıkları üretim tekniğinin yanı sıra, ham madde kalitesi, muhafaza şartları ve süresi gibi faktörlerin farklı olmasıyla (Yaygın, 1999) izah edilebilir.

Araştırmada numunelere ait yağ oranları (%), muhafaza süresi (1., 7. ve 14. gün) boyunca sırası ile jelatin negatif numunelerde 3,22±0,06, 3,25±0,06 ve 3,16±0,06 (Tablo 3), jelatin pozitif numunelerde ise 3,33±0,09, 3,25±0,07 ve 3,47±0,10 (Tablo 6) olarak bulunmuştur. Tablo 7'de görüldüğü üzere muhafaza süresi boyunca jelatin pozitif ve negatif numunelerde yağ değerlerinin istatistiki açıdan farklılık arz etmediği ($p>0,05$) tespit edildi. Bu durum jelatin ilavesinin yoğurdun yağ oranları üzerinde etkili olmadığını (Atasever, 2004) doğrulamaktadır.

Yoğurt numunelerinin yağ değerleri dikkate alındığında numuneler TGK Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre tam yağlı yoğurt sınıfına uygun değildir. Araştırma sonucunda tespit edilen değerler (Tablo 7) incelendiğinde, Azgın (1993) ile Younus vd. (2002)'nin sonuçlarına benzer, Hisoğlu (2007), Gür (2012), Demirkaya ve Ceylan (2013), Ceylan ve Biberoğlu (2013)'nun değerlerinden düşük, Yazıcı (1991), Çakıroğlu (1997), Türkoğlu vd. (2003), Herdem (2006), Şahan (2012) ile Karacaoğlu (2018)'nun değerlerinden ise yüksek bulunmuştur. Yağ değerlerindeki farklılığın nedenleri, yoğurt üretiminde ham madde olarak kullanılan sütün farklı tür ve ırktaki hayvanlardan elde edilmesi ve üretim sırasında süt yağının standardize edilmesindeki uygulama farklılıklarıyla (Tekinşen ve Bayar, 2008) açıklanabilir.

Araştırmada numunelere ait yağsız kuru madde değerleri (%) muhafaza süresi (1., 7. ve 14. gün) boyunca sırası ile jelatin negatif numunelerde 10,57±0,04, 10,38±0,39 ve 10,49±0,39 (Tablo 2), jelatin pozitif numunelerde ise 11,45±0,15, 11,20±0,29 ve 10,68±0,17 (Tablo 6) olarak bulunmuştur. Tablo 7'de görüldüğü üzere muhafaza süresi boyunca jelatin pozitif ve negatif numunelerde yağsız kuru madde değerlerinin istatistiki açıdan farklılık arz etmediği ($p>0,05$) tespit edildi. Numunelerin yağsız kuru madde değerleri incelendiğinde %90'lık kısmının TS 1330 (TSE, 2006) hükümlerine (Tam yağlı yoğurtlarda en az %12) uygun olmadığını ortaya koymaktadır. Araştırma sonucunda tespit edilen değerler (Tablo 7) incelendiğinde, Çakıroğlu (1997)'nun değerlerine yakın, Younus vd. (2002), Hisoğlu (2007), Karacaoğlu (2018)'nun değerlerinden düşük, Akyüz ve Coşkun (1990), Yazıcı (1991) ve Azgın (1993)'ın değerlerden ise yüksek tespit edilmiştir. Bu durum yoğurda işlenecek sütün kuru madde düzeyi ile standardizasyon işleminin farklı gerçekleştirilmesi (Tekinşen ve Tekinşen, 2005) ve bir kısım üreticilerin kuru maddeyi arttırmaya yönelik nişasta ve jelatin gibi maddeleri kullanmasıyla (Yaygın, 1999) açıklanabilir.

Çalışmada jelatin negatif numunelerde protein değerleri (%) muhafaza süresi (1., 7. ve 14. gün) boyunca sırası ile 4,19±0,21, 4,11±0,81 ve 4,25±0,18 (Tablo 4), jelatin pozitif numunelerde ise 3,97±0,11, 4,04±0,14 ve 4,00±0,17 (Tablo 6) olarak bulunmuştur. Tablo 7'de görüldüğü üzere muhafaza süresince boyunca jelatin pozitif ve negatif numunelerde protein değerlerinin istatistiki açıdan farklılık arz etmediği ($p>0,05$) tespit edildi.

TGK hükümlerine göre yoğurtlarda en az %3 protein bulunması gerektiği dikkate alındığında numunelerin tamamının bu hükme uygun olduğu anlaşılmaktadır. Araştırma sonucunda tespit edilen değerler (Tablo 7) incelendiğinde Kurdal ve Demirci (1980), Ceylan ve Biberoğlu (2013)'nun değerlerine yakın, Hisoğlu (2007)'nun değerlerinden düşük, Yazıcı (1991), Türkoğlu vd. (2003), Herdem (2006), Şahan (2012), Gür (2012), Demirkaya ve Ceylan (2013), Bakırcı vd. (2015)'nin değerlerinden yüksek tespit edilmiştir. Bu durum araştırmacıların (Bakırcı vd., 2015; Tekinşen ve Tekinşen, 2005) belirttiği gibi üretimde kullanılan sütün kimyasal bileşimi, özellikle protein miktarı ve üretim tekniğindeki işlemlerin farklı olmasından kaynaklanabilir.

Yerel firmalarımızın en önemli sorunlarından birisi de işleme tekniğidir. Bazı yerel firmalar tarafından uygulanan yoğurt işleme tekniği, günümüz dünyasında süratli ve sürekli arz anlayışı ile bağdaşmamaktadır. Bunun sonucunda standart ve kaliteli bir ürün elde etme imkânı olmadığı gibi fazla emek ve zaman harcandığı bu yüzden artan maliyet ve azalan kâr payları neticesinde, üreticiler izin verilmeyen bazı katkı maddelerini kullanabilmektedir. Kullanılan katkı maddeleri yüzünden tüketici kendisini aldatılmış hissetmekte ve yoğurt için oluşmuş sağlıklı ve saf gıda algısı değişmektedir.

Sonuç olarak, bazı süt işletmeleri tarafından üretilen yoğurtların yasal kimyasal kriterlere uygun olmadığı ve/veya jelatin içerdiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda tüketici güveninin sağlanması ve devam ettirilmesi dolayısıyla üstün ve yasal niteliklere sahip yoğurt üretimi için ilgili kontrollerin rutin olarak yapılması ve tedbirlerin alınması önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Akçaba, M. (1989). Yoğurt üretiminde jelatin ve sodyum kazeinat kullanımının yoğurt kalitesi üzerine etkileri (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Akyüz, N. ve Coşkun, H. (1990). Van piyasasında satışa sunulan yoğurtların kimyasal, hijyenik ve mikrobiyolojik özellikleri ve bunların standartlara uygunluğu

üzerinde bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1,* 71-79.

Alpaslan, M. (1990). Katkı maddeleri karışımlarıyla yoğurt kalitesini düzeltme imkanları üzerine araştırmalar (Yüksek lisans tezi). Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Atasever, M. (2004). Yoğurt üretiminde bazı stabilizatörlerin kullanımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 15*(1-2), 1-4.

Azgın, A. (1993). Sivas piyasasında tüketime sunulan yoğurt örneklerinin bazı kalite özellikleri üzerine bir araştırma (Yüksek lisans tezi). Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.

Bakırcı, İ., Tohma, G. Ş. ve Yüksel, A. K. (2015). Erzurum piyasasında satışa sunulan yoğurtların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerinin incelenmesi. *Akademik Gıda, 13*(2), 127-134.

Bayram, Y. (2012). İstanbul ve Tekirdağ piyasasında satılan bazı süt ürünlerinde stabilizatör maddelerin araştırılması (Yüksek lisans tezi). Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Boran, G. (2011). Bir Gıda Katkısı Olarak Jelatin: Yapısı, Özellikleri, Üretimi, Kullanımı ve Kalitesi. *Gıda, 36*(2), 97-104.

Çakıroğlu, A. (1997). Ankara garnizonundaki askeri birliklerde tüketilen yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine bir araştırma (Yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Ceylan, Z. ve Biberoğlu, Ö. (2013). Geleneksel olarak üretilen yoğurtların bazı kimyasal özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 8*(1), 43-51.

Demirci, M. (2002). Beslenme. 1. Baskı. İstanbul: Rebel Yayıncılık.

Demirkaya, A. ve Ceylan, Z. (2013). Bilecik'te tüketime sunulan yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin araştırılması. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 8*(3), 202-209.

Durak, Y., Keleş, F., Uysal, A. ve Aladağ, M. (2008). Konya yöresi taze ev yapımı yoğurtların mikrobiyolojik özelliklerinin araştırılması. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22*(44), 113-117.

Gür, F. (2012). Tokat'ta satışa sunulan yoğurtların bazı niteliklerinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.

Herdem, A. (2006). Farklı yörelerden toplanan geleneksel yöntemle üretilen yoğurt örneklerinin bazı niteliklerinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Hisoğlu, E. G. (2007). Ağrı ilinde tüketime sunulan yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi (Yüksek lisans tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van.

İnal, T. (1990). Süt ve süt ürünleri hijyen ve teknolojisi. İstanbul: Final Ofset AŞ.

Karacaoğlu, Ş. (2018). Mahalli ve ulusal düzeyde üretilerek Erzurum piyasasında tüketime sunulan yoğurtların bazı mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin karşılaştırılması (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Koçhisarlı, İ. ve Ergül, E. (1987). Ankara piyasasında satılan yoğurt örneklerinin bazı kalite özellikleri üzerinde araştırmalar. *Gıda, 12*(3), 175-177.

Kurdal, E. ve Demirci, M. (1980). Erzurum ili merkezinde tüketilen yoğurtların bileşimleri üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11*(1-2), 45- 58.

Özdamar, K. (1997). Paket programlar ile istatiksel veri analizi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Şahan, G. (2012). Erzurum piyasasında satışa sunulan yoğurtların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Tekinşen, O. C., Atasever, M., Keleş, A. ve Tekinşen, K. K. (2002). Süt, Yoğurt, Tereyağı, Peynir Üretim Kontrol. I. Baskı. Konya: Selçuk Üniversitesi Basımevi.

Tekinşen, O. C. ve Tekinşen, K. K. (2005). Süt ve süt ürünleri: Temel Bilgiler, Teknoloji, Kalite Kontrolü. 1. Baskı. Konya: Selçuk Üniversitesi Basımevi.

Tekinşen, K. K. ve Bayar, N. (2008). Geleneksel ürün süzme (torba) yoğurt. *Süt Dünyası, 3*(13), 54-57.

Türkiye İstatistik Kurumu. (2018). Hayvansal üretim istatistikleri. Erişim adresi (3 Kasım 2018): https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=85&locale=tr

Türk Gıda Kodeksi. (2009, 16 Şubat). Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2009/25). *Resmi Gazete* (Sayı: 27143). Erişim adresi: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090216-8.htm

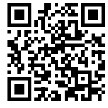
Türk Standartları Enstitüsü. (2006). TS 1330 Yoğurt Standardı, Ankara.

Türkoğlu, H., Atasoy, F. ve Özer, B. (2003). Şanlıurfa ilinde üretilen ve satışa sunulan süt, yoğurt ve urfa peynirlerinin bazı kimyasal özelikleri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7*, 69-76.

Yaygın, H. (1999). Yoğurt teknolojisi. Yayın no: 75. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Basımevi.

Yazıcı, F. (1991). Samsun ilinde tüketime sunulan yoğurtların duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri üzerine bir araştırma (Yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Younus, S., Masud, T. ve Aziz, T. (2002). Quality evaluation of market yoghurt/Dahi. *Pakistan Journal of Nutrition, 1*(5), 226-230.



Derleme (Review)
Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi, (1), 38-51.

Farklı Rennet Orijinlerinin Peynir Üretiminde Kullanım Önerileri, Rennet Teknolojisindeki Gelişmeler ve Termolabil Mikrobiyel Rennetlere Bakış

Usage Suggestions of Different Origins of Rennet in Cheese Production, Advances in Rennet Technology and Overview of Thermolabile Microbial Rennet

Ufuk EREN VAPUR
Nişantaşı Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü / İstanbul
ORCID: 0000-0002-8272-0719

***Sorumlu Yazar :** ufukeren.vapur@nisantasi.edu.tr **Geliş Tarihi :** 15.01.2021 **Kabul Tarihi :** 29.03.2021

ÖZET

Pıhtılaştırıcı enzimler, gerek olgunlaşmış gerekse de olgunlaşmamış peynirler olsun çoğu peynir üretimleri için bir gerekliliktir. Peynir üretiminde kullanılan enzimler aynı zamanda pıhtılaştırıcı maya, rennet ve proteaz olarak da isimlendirilmektedir. Bu makalede özellikle hayvansal rennet, bitkisel rennet, rekombine kimosin (genetik modifiye enzim), mikrobiyel orjinli rennet, termolabil (ısıya duyarlı) mikrobiyel orjinli pıhtılaştırıcı rennet ve özellikleri ile ilgili karşılaştırmalı olarak bilgilendirmeler yapılmıştır. Bu pıhtılaştırıcı enzimlerin peynir üretiminde kullanılırken proses gerekliliklerinin de dikkate alınarak nasıl kullanılması gereği de peynir prosesine yönelik önerilerle birlikte verilmiştir. Pıhtılaştırıcı enzimlerin peynirde proteoliz, peynir verimi ve peynir kalitesi üzerindeki etkilerine değinilmiştir. Ayrıca mikrobiyel peynir mayalarının bir formu olan, ülkemizde de kullanımı yaygınlaşmaya başlayan termolabil (ısıya duyarlı) peynir mayalarının da süt sektöründe kullanımı ve özelliklerine değinilmiştir. Peynir üretiminde kullanılan pıhtılaştırıcı enzimler arasındaki farklılıklar da teorik ve pratik deneyimlerle birleştirilerek anlatılmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kimosin, Peynir, Peynir mayası, Pıhtılaşma, Termolabil

ABSTRACT

Coagulating enzymes are a necessity for both cheese production and production of ripened cheese varieties. The name of yeast used to coagulate milk used in cheese production is also mentioned in the literature with different names such as coagulating enzyme, rennet, protease. In this article, comparative information was given on animal rennet, herbal rennet, recombined kimosin (genetically modified enzyme), microbial origin rennet, thermolabile (heat sensitive) microbial coagulating enzymes and their properties. How these coagulating enzymes should be used in cheese production, taking into account the process requirements, is also explained with suggestions for the cheese process. The effects of coagulating enzymes on cheese proteolysis, cheese yield and cheese quality are discussed. In addition, the use and properties of thermolabile (heat sensitive) rennet, which is a form of microbial rennet, which

has recently started to be used in our country, in the dairy sector has been mentioned. The differences between the coagulating enzymes used in cheese production are also tried to be explained by combining theoretical and practical experiences.

Keywords: Cheese, Coagulation, Kimosin, Rennet, Thermolabile

GİRİŞ

Sütün insan sağlığı ve beslenmesinde önemli bir hayvansal gıda olması muhafazası için de çeşitli ürünlere işlenmesini beraberinde getirmiştir. İnsanoğlunun göçebe hayatı ile birlikte de sütün çeşitli ürünlere dönüştürülmesi önem kazanmıştır (Kamber, 2006). Elde somut bir tarihsel kanıt olmamakla birlikte peynirin ilk kez bundan yaklaşık 8.000 yıl önce Mezopotamya veya İndus vadisinde çobanlar tarafından üretildiği bildirilmektedir (Ünsal, 1997). Bununla birlikte sütün peynire dönüşümünde tuluk içinde sütün taşınması sırasında, sıcaklıkla birlikte sütün asitliğinin gelişmesi ve çalkalanmasıyla da pıhtının suyundan ayrılması ve bu süre içinde gerçekleşen çeşitli dönüşümler de peynir oluşumunda rol oynamıştır. Burada kendi haline bırakılarak asitliğinin gelişmesi yoluyla elde edilen peynire halk dilinde "ekşimik" ya da "kesik" denmektedir (Ünsal, 1997). Peynir mayası ilavesi ile yapılan peynir ise "teleme" olarak adlandırılmaktadır (Uraz, 1981).

Peynir mayası ilk olarak dana veya hayvan renneti olarak adlandırılan kurutulmuş buzağı midesinden yapılmış, konsantre veya kurutulmuş enzim özleri geliştirilerek de endüstriyel anlamda rennetlerin üretimi arttırılmıştır. Pıhtılaşma enzimlerine olan talep ise arzı aşmaya başlamış ve mikrobiyel maya üretimine geçilmiştir. 1961'den sonra hayvansal rennetlerden sonra mikrobiyel rennetlerde peynir sanayinde yerini almıştır. Bu tarihten itibaren 70 yıl içinde peynir üretimi de yaklaşık 3,5 kat artmıştır. Buzağı midelerinin sınırlı bulunabilirliği nedeniyle rennet arzı azaldığı için ikame maddelerinin araştırılmasını hep gerekli kılmıştır (Jacob, Jaros ve Rohm, 2010).

Aktivitelerini asit pH'larda gösteren bu proteazlar sütün içindeki kazein proteinin stabilitesini yani kararlı halini enzim substrat ilişkisi çerçevesinde bozarak peynirde kapa kazeinini (k-kazein) glukomakropeptid ile para- kapa kazeine parçalayarak peynirde proteolizi başlatmakta ve peynirin oluşumu öncesinde ve sonrasında olgunlaşmasında önemli bir rol oynamaktadırlar. Peynirdeki proteoliz üzerine sadece kullanılan enzim değil sayısız enzimlerin de etkisi olmaktadır (Metin, 2012). Bunlar; süt proteinazı, starter kültürlerin proteolitik enzimleri, starter olmayan mikroorganizmalar ve sekonder mikroorganizmalar olarak bilinmektedir. Bütün bu mikroorganizmaların peynirin özelliklerinin oluşmasında bir etkisi olduğu ve peynir yapımında kullanılan enzimlerin de çoğunun peynir altı suyuna geçtiği fakat az da olsa telemede, peynirde kaldığı düşünüldüğünde maya konusu peynirdeki ele alınacak önemli bir konudur. Dünya çapında peynir üretimindeki artış, azalan arz ve artan buzağı renneti fiyatları ile birleştiğinde alternatif süt pıhtılaşma enzimler hep gelişmeye açık konu olmuştur. Bunun dışında bazı dinsel faktörler (İslamiyet ve Musevilik) ve bazı tüketicilerin vejetaryen

olması gibi faktörler de kullanımlarını büyük ölçüde sınırlandırmıştır (Anusha vd., 2014; Shah ve Paray, 2014). Bütün ticari pıhtılaştırma enzimleri aspartik proteazlardır ve k-kazein zincirindeki Phe_{105}- Met_{106} bağına etki eder fakat sadece Cryhonectria parasitica' dan elde edilen enzim zincirdeki Ser_{104}- Phe_{105} bağına etki eder ve peynirde proses zamanı ve randımanda farklılıklar görülür, peynirde yavanlık gibi istenmeyen bir tat oluşur (Jacob vd., 2010; McSweeney, 2007a).

Hayvansal Kaynaklı Pıhtılaştırıcılar

Hayvansal rennet geleneksel olarak genç ruminantların ot yemeye başlamadan önceki dönemlerinde kesilerek şirdenleri midelerindeki enzime zarar vermeden temizlenerek, kurutularak veya dondurularak muhafaza edilir. Bunun için daha çok genç buzağılar kullanılır ve enzimler buzağı midelerinin dördüncü kısmından ekstrakte edilerek üretilmektedir. Ayrıca kuzu ve oğlak şirdenleri de kullanılmaktadır. Hayvansal rennetler; kimosin, pepsin, tripsin ve kimotripsindir (Sezgin vd., 2007). Proteolitik aktiviteleri çok yüksek olan tripsin ve kimotripsin peynirde acı peptid oluşmasına neden olmaktadırlar. Peynir üretiminde en yaygın kullanılan enzim, süt emme döneminde bulunan geviş getiren hayvanların, özellikle buzağıların şirdeninden elde edilen kimosin enzimi olup rennet preparatında hâkim olan enzim de kimosindir (Dervişoğlu vd., 2007). Rennet içindeki kimosin ve pepsin oranı hayvanın yaşı ve diyeti ile orantılıdır. Üretilen rennetlerin kimosin değeri de %50-95 arasında değişmektedir (Jacob vd., 2010).

Bir rennette kimosinin önemi ise kazein misellerinin stabilitesinin bozulmasını tetikleyen k-kazeinden kazein-makropeptidi yani genellikle hacimli hidrofobik amino asitleri içeren peptid bağlarını parçalama eğiliminden kaynaklanmaktadır. Bundan ötürü kullanılan rennet enzimi içindeki kimosin oranının başlangıçta kazein molekülünün hidrolizasyon derecesinin yüksek olması anlamında önemlidir. Buzağı rennetinin spesifik özelliği ise k-kazein üzerine etkisidir; kimosin genç memeli hayvanların midelerinde sütü koagüle ederek bağırsak sistemi içine ilerlemesini geciktirmekte ve sindirimin etkinliğini arttırmaktır. Peynir yapımında ise pH ve sıcaklığa bağlı olarak buzağı rennetinde pıhtılaşma aktivitesi proteolitik aktiviteye göre yüksektir (Dalgleish, 1992; Huppertz vd., 2004). Diğer taraftan da termolabilitesi zayıf olduğu için de peynir altı suyu ürünleri için aktif pıhtılaştırıcı kalıntılar içermez. Pepsin ise kimosine göre daha az spesifik olup Phe, Tyr, Leu veya Val amino asitlerinin hidrolizasyonuna neden olmaktadır (Jacob vd., 2010). Phe ve Val ise acılık oluşturan amino asitler içinde olup miktarı artınca acılık oluşumu tetiklenebilmektedir. Lemieux ve Simard (1991) ile Urbach (1995), peynirde ortaya çıkan serbest amino asitlerden ortak acılık oluşturan amino asitlerin valin, lösin, prolin ve fenilalanin olduğunu bildirmişlerdir. Bu anlamda pepsin oranı hayvansal rennetlerde yüksek olmamalıdır. Pepsin belirli bir bölgeyi hedeflemeyen proteolitik aktivitesinden dolayı tüm protein ağını zayıflatmaktadır. Bu protein ağı süt yağını sıkıştırmakta ve peynir veriminin düşmesine neden olmaktadır


Şekil 1. Geleneksel yöntemle hazırlanan buzağı renneti

(Atacı, 2001). Kullanılan rennetteki pepsin oranı kimosin oranının %25'ini geçmezse elde edilen peynirin kalitesi, şirden mayası ile elde edilen peynirin kalitesine benzemektedir ve ikisi arasında önemli bir farklılık oluşmamaktadır (Walstra, 1986). Peynir mayası enziminde kimosin dışında peynirde lipolizde önemli olan lipase, pregastrict esterase enzimleri de vardır ve buna yan enzim aktivitesi denir. Şekil 1'de yerel olarak üretilen hayvansal rennet görülmektedir. Ancak bu şekilde üretim sağlık sorunları içerdiği için rennet enzimi şu anda ultrafiltrasyon yöntemi ile fiziksel ve mikrobiyolojik kalıntılarından arındırılarak ticari olarak üretilmektedir. Modern rennet üretiminde hayvanın öldürülmesinden sonra midesi hemen dondurulur ve ticari ekstraksiyon işlemine tabi tutulur. Çiğ materyalin öğütülmesi, enzim ekstraksiyonu, asit pH'da proenzimlerin aktivasyonu, nötralizasyon, ekstraktın sınıflandırılması ve saflaştırılması ve konsantre edilmesi gibi uzun işlemler sonucunda gıda güvenliği açısından uygun rennetler üretilmektedir (Wangoh vd., 1993). Uzun yıllardır da minör detaylar değiştirilerek temelde bu şekilde belirtildiği gibi hayvansal rennet üretimleri devam etmektedir.

Mikrobiyel Orijinli Proteazlar

1960'lardan sonra maya teknolojindeki gelişmeler sonucunda kullanım alanı yaygın olan buzağı rennetine alternatif olarak mikrobiyel kaynaklı enzimler peynir üretimlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde tüketicilerin tükettikleri gıdalarda helal ve koşher belgelerini aranması, özellikle de hayvansal gıdalarda helal kesim olaylarının önemsenmesi, bazı tüketicilerin vejetaryen olmasına ve hayvan hakları gibi faktörler hayvansal rennetlerin kullanımlarını büyük ölçüde sınırlandırmış ve mikrobiyel rennetlere geçişi başlamıştır (Roseiro, Barbosa, Ames ve Wilbey, 2003).

Mikrobiyel rennet kimosine göre de daha hesaplıdır ve dünyada buzağı kimosinin yerine en fazla kullanılan peynir mayasıdır. Bu enzimlerin kullanımı ilk yıllarda peynirlerde erime, acı tat gibi bazı problemler oluşturmuştur (Akın, 1996;

Crabbe, Fox, McSweeney, Cogan ve Guinee, 2004; Fox ve Stepaniak, 1993; Horne ve Banks, 2004). Mikrobiyel rennetle yapılan peynirlerin lezzetinde problemler olması tekrar buzağı kimosinin önemini ortaya çıkarmıştır.

Mikroorganizmalardan üretilen proteazlar genellikle birbiri ile karıştırılmaktadır. Mikrobiyel peynir mayalar iki grup altında daha çok ele alınıp yorumlanırken şimdi 3 grup altında inceleyebiliriz.

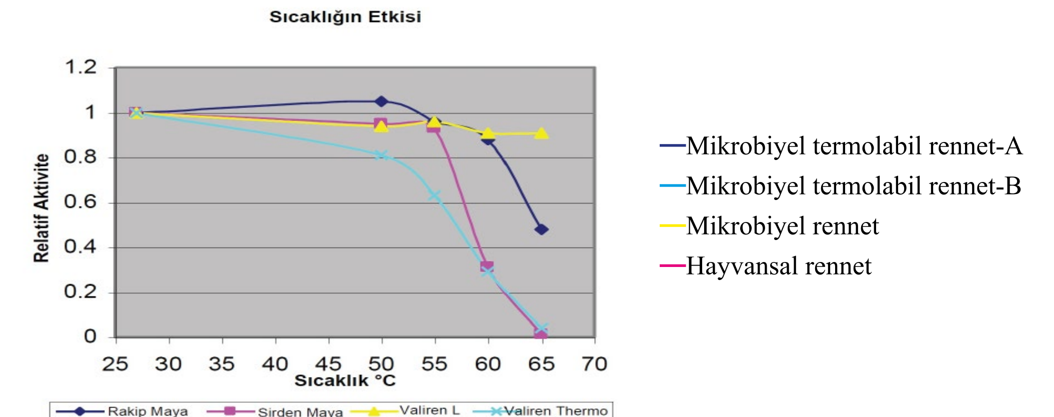
1. Mikroorganizmalardan direkt olarak elde edilen proteolitik enzimlerden oluşan mikrobiyel peynir mayaları. Mikrobiyel proteazlar arasında en iyi sonuç küf (fungal) kaynaklı proteolitik enzimlerden alınmıştır. Bu küf orjinli enzimlerden en önemlileri Mucor miehei, Mucor pusillus, Entothia paracitica, tarafından üretilen enzimlerdir. Birçok Avrupa ülkesinde mikrobiyel proteazlar kullanılmakta ve özellikle de vejetaryenlerin tercihi olmaktadır. Bacillus türlerinden elde edilen proteazlar da vardır fakat yüksek proteolitik aktivitesinden dolayı kullanımları çok sınırlıdır.
2. Genetik mühendisliğinin gelişmesi ile kimosin üretmeyen mikroorganizmalardan (Bacillus subtilus, Escherichia coli, Lactococcus lactis, Saccharomyces cerevisiae, Klyveromyces lactis, Aspergillus niger, Aspergillus oryzae veya Trichoderma reesii) üretilen pıhtılaştırıcı enzimler sahada fermente kimosin olarak daha çok adlandırılmaktadır (Flamm, 1991; Mohanty vd., 1999; Teuber, 1990). Mikrobiyel olan bu peynir mayalarının içerdikleri enzim kimosin enzimi ile özdeştir. Bu nedenle şirden mayası ile aynı özellikleri taşımaktadır. Ancak elde edilme yöntemi farklıdır (genetiği değiştirilmiş mikroorganizma olması nedeniyle) ve zaman zaman tartışma konusu olabilmektedir. Kimosin, GRAS (genel olarak güvenli kabul edilen) güvencesi ile gıdalarda direkt olarak kullanımına izin verilen rekombinant teknoloji ile üretilmiş ilk enzimdir.
3. Son yıllarda Mucor miehei'den özel işlemlerden geçirilerek ısıya hassasiyet özelliği kazandırılarak üretilen, pastörize sıcaklığında inaktive olan ve yan enzim aktivitesi olmayan termolabil mayalar üretilmektedir. Avrupa'da yaygın kullanım alanı bulan bu enzimler ülkemizde de peynir üretimlerinde yer almaya başlamış ve üretimine de geçilmiştir.

Hayaloğlu, Karatekin ve Gurkan (2014), mikrobiyel ve kimosin proteazlarının termal stabilitesini pıhtısı haşlanan Malatya peynirinde incelemiş ve farklılıkların olduğunu ortaya koymuştur. Olgunlaşmada peynirin proteoliz derecesini, sertliğin ve eriyebilirliliğinin proteaz tipi ve konsantrasyonun etkilediğini fakat peynirin mikro yapısı üzerine etkisinin az olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca peynirin tuzu, pH'sı ve protein içeriği konsantrasyondan ve proteaz tipinden etkilenmiştir. Sonuç olarak, mikrobiyel rennet, buzağı rennetine göre termal stabilite, proteoliz ve eriyebilirlik anlamında yüksek bulunmuştur. Çalışmada mikrobiyel rennet 80 °C'de 10 dak. %65 inaktive, %35 aktif kalırken hayvansal rennet 62 °C'de tamamı inaktive olmuştur (Hayaloğlu vd., 2014). Mikrobiyel rennet bu anlamda pıhtısı haşlanan ve olgunlaşmayı

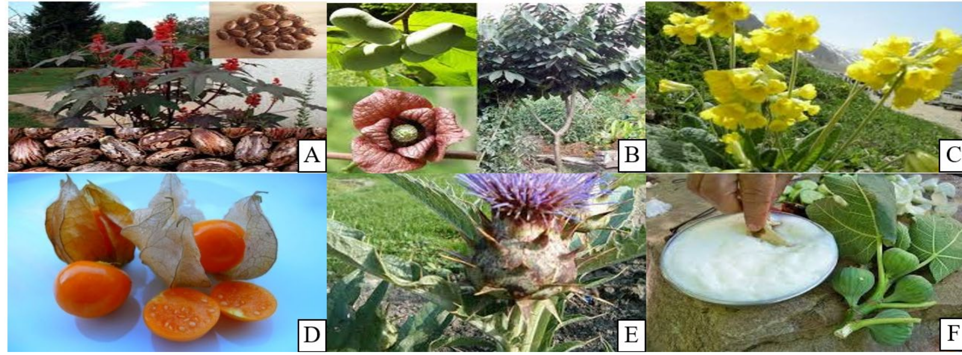
hızlandırmak amacı ile kullanmak istenen peynir üreticileri için daha çok tercih edilebilecektir diyebiliriz. Mikrobiyel termolabil rennetin ise optimum çalışma sıcaklığı şirden mayaya benzemektedir. Çizelge 1'de mikrobiyel termolabil rennet-A, 55 °C'de hayvansal rennet ile aynı aktiviteyi gösterip 60-65 °C'ler de aktivitesi azalarak düşmektedir. Başka bir örnek verecek olursak mikrobiyel rennet-B ise 35-60 °C'de aktivitesi hayvansal rennete göre daha düşük olduğu gibi 60-65 °C'de hayvansal rennet ile benzer aktivite göstermektedir. 65 °C' de 15 dak. ısı uygulamasında da aktivitesi %2'nin altına düşmektedir. Şekilde 2'de görüldüğü gibi normal pastörizasyon sıcaklığında inaktive olmaktadır. Bu sayede pastörize edilmiş peynir suyunda da aktivitesi kalmadığı için peynir altı suyunda rennet aktivitesi kalmamaktadır.

Termolabil özelliği dışında yan enzim aktivitesinin de olmayan üretim şekilleri ile de pıhtısı haşlanmayan peynirlerde örneğin kültürlü ve kültürsüz beyaz peynirlerde, ultrafiltrasyon tekniği ile yapılan beyaz peynirlerde termolabil mikrobiyel maya kullanımları mevcuttur ve son yıllarda artarak devam etmektedir.

Termolabil mikrobiyel rennetlerin peynir altı sularından üretilen bebek mamalarının da raf ömrüne olumlu etkilerinden dolayı özellikle Avrupa ülkelerinde mikrobiyel rennetlerin termolabil formunun kullanımı daha yaygındır. Ülkemizde de özellikle son 5 yıldır peynir sektöründe kullanılmaya başlanan, ekonomik bir alternatif olarak da üreticiye sunulan mayalar içinde termolabil mikrobiyel rennetler yer almaya başlamıştır. 1980'lerden sonra rekombinant DNA tekniği ile (kimosin enzimi içeren genin mikroorganizmalara aktarılması ile) elde edilen enzimler kullanılmaya başlanmış ve özellikle de 1990'larda düşük proteolitik aktivite, tahmin edilebilen koagülasyon davranışı göstermesi nedeni ile de rekombine kimosin mayalar yaygın kullanım alanı bulmuştur. Özellikle hayvansal proteaz enziminden sonra bu %100 kimosin olan bu proteaz enzimi de mikrobiyel orjinli proteazlar gibi vejetaryen yaklaşım, dini inançların ve hayvan haklarının korunması gibi avantajlarından dolayı kullanımları ön plana çıkmıştır. Fermente kimosin mayaların en belirgin avantajlarından birisi de saf kimosin enzimi olduğu için aynı hayvansal



Şekil 2. Farklı pıhtılaştırıcı enzimlerin termal stabiliteleri (ısı duyarlılıkları)
(http://www.mayasan.com/tr/portfolio-item/valiren-thermo/)



Şekil 3. Bitkisel proteazlar ile ilgili görseller (A: Hint yağı tohumu, B: Pawpaw ağacı, C: Yabani çuha çiçeği, D: Altın çilek, E: Kenger bitkisi, E: İncir)

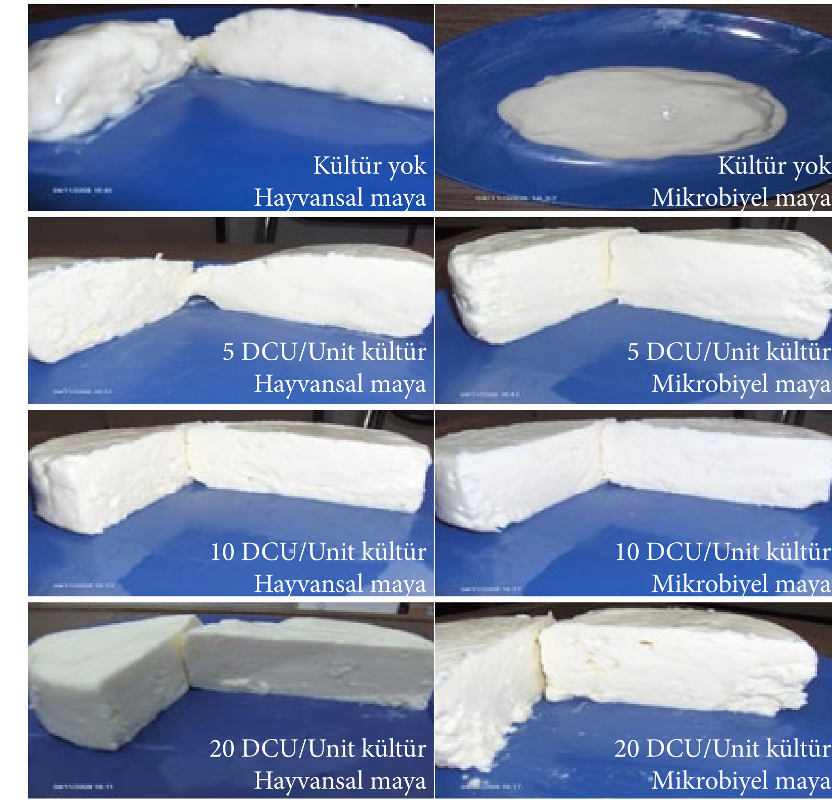
kimosin enzimler gibi ısı ile pıhtısı haşlanan peynirlerde de aynen hayvansal kimosinde olduğu enzimin aktivasyonunu yitirmesidir.

Bitkisel Kaynaklı Pıhtılaştırıcılar

Bitkisel kaynaklı proteazlar bitkilerin, kök, gövde, yaprak, çiçek, tohum ve meyve gibi değişik kısımlarından elde edilen özütleridir. Bunlar pawpaw ağacından elde edilen promelin, hint yağı tohumundan üretilen ricin gibi proteazlar örnek verilebildiği gibi pıhtı oluşumuna sebep olup küçük ölçekli peynir üretiminde kullanılmaktadırlar ve proteolitiktirler (Şekil 3). Pıhtılaştırma kabiliyetleri proteolitik aktivitelerine göre daha düşüktür. Fransa, İtalya, İspanya gibi bazı ülkelerde yaban enginar (kenger) özütü bazı çiftliklerde koyun, keçi sütünden yapılan bazı peynirlerde yararlanılmaktadır (Metin, 2012). Kivi, ananas, mango, papaya gibi meyvelerde bulunan aktinidin (sistein proteaz enzimi), dubiumin, cucumisin hieronmain'de pıhtı oluşumu anlamında peynircilikte kullanım alanları bulmaktadır. Pıhtılaştırıcıların karışımı (kardosin/kimosin), uygun sütün seçimi veya ultrafiltrasyonunun yanı sıra olgunlaşma sırasında peynirin tuzlama süresinin artması, yapıyı iyileştirmek ve peynirde acılığı azaltmak, peynirde randıman iyileştirmek için de kullanıldığı bildirilmektedir (Özcan ve Eroğlu, 2018). Ancak birkaç çeşidi yüksek proteolitik olduğu için pıhtılaştırıcı enzim olarak bitkilerin pıhtılaştırıcı enzim olarak peynirde kullanımı düşük düzeydedir.

Peynir Prosesleri İçinde Maya Kullanımı

Peynir içerisinde ister doğal çiğ sütten gelen doğal laktik asit bakterileri florası olsun ister proses gereği bilinçli ilave edilen laktik asit bakterileri içeren starter kültür olsun seçilen mayalama sıcaklığı, proses ortam sıcaklığı ve tuz bu bakterilerin gelişim hassasiyetini dolayısı ile peyniri doğrudan etkileyen bir faktörken ilave edilen mayanın farklı orijinde olması peynirde doğrudan değişiklik yapan bir faktör değildir. Örneğin 82 °C'de ısıl işlem uygulanan bir sütte hiç kültür kullanılmadığınız zaman peyniri de 1,5 - 2 aydan fazla bekletmek istediğinizde max. 2 aydan sonra peynirin kesime gelmediği ve yumuşadığı görülür ve bunu da geleneksel köy ve çoban peyniri adı ile üretim yapan bütün üreticiler bilir. Vapur (2010) 74-75 °C ısıl işlem uygulayarak farklı oranlarda kültür ve farklı maya orijinleri kullanarak yapmış olduğu beyaz



Şekil 4. Farklı maya orijinleri ve farklı starter kültür oranları ile üretin beyaz peynirlerin görünüşü (Vapur, 2010)

peynir ile ilgili çalışmasında peynir yapısının yumuşamasında kültür ve olgunlaşma süresinin etkisi olduğu bildirmektedir. Peynirlerde kültür olmadan peynir mayasının şirden, mikrobiyel veya fermente kimosin olmasının bir önemi yoktur. Esas önemli faktör kültür ve kullanılan kültürün oranıdır ve peynirin yapısı direk olarak etkilenecektir. Bogenrief ve Olson (1995), peynir erimesinin β-kazein hidrolizi ile ilgili olduğunu, α-s1 kazein hidrolizinin etkisinin bulunmadığını vurgulamışlardır. Ayrıca peynir yapısının yumuşak ya da sert olmasında kullanılan sütte bulunan doymuş yağ asitlerinin de etkili olduğu belirtilmektedir (FroÈhlich-Wyder ve Bachmann, 2007).

Vapur (2010) kültürlü beyaz peynir ile ilgili yapmış olduğu çalışmada peynirin kimyasal ve duyusal özellikleri üzerinde birinci derecede peynirin olgunlaşma süresi daha sonra da starter kültür kullanım oranları olduğu belirtmektedir. Bütün bu faktörlerin dışında kullanılan hammadde sütün asitlik değerindeki değişimin peynirin yapı-görünüş ve tekstürel özelliğini etkilediği bildirmiştir. Peynir örneklerinde 90. gün sonunda ortaya çıkan toplam serbest amino asit miktarını en fazla kültür kullanım oranı 5, 10 ve 20 Danisco Culture Unit/ton olan peynir örneklerinden 5 DCU/ton starter kültür oranı ve mikrobiyel maya ile yapılan peynir örneğinde tespit etmiştir. Ayrıca bu peynir örneği duyusal olarak genel kabul edilebilirlik anlamında en çok beğenilen peynir örneği olmuştur (Şekil 4).

İlave edilecek maya orijini seçilirken yapılacak olan peynir prosesinin göz önüne alınması gerekir. Peynir üretiminde kırım sonrası pıhtının yavaş yavaş çökmesi peynire uygulanacak işçiliği de etkileyeceği için

kullanılan rennet enzimi de eğer firma için yaptığı peynirin prosesi gereği önemli ise bu anlamda rennet kullanımına bakmalıdır. Pıhtı kırımı sonrası peynirden peynir altı suyunun ayrılma hızı, telemenin üretilen peynire göre peynir altı suyu bırakım hızı, peynirde acılık oluşturup oluşturmaması gibi faktörler rennet enzimi seçimi üzerinde etkili olmaktadır.

Peynirde kimosin enzimi kullanıldığında β- kazein ve αs- kazein fraksiyonları hidrolizasyonu yavaş olmaktadır. Bundan dolayı bu peynirde hayvansal maya kullanımı acıma problemlerinin ortaya çıkmaması anlamında tercih edilmektedir Ancak peynirlerde ortaya çıkan acılık probleminde kullanılan mayadan çok mayanın miktarı önemlidir (Landfeld vd., 2002). Peynir mayası peynir sütüne ilave edilmesi gereken miktarın üzerinde ilave edilmemelidir. Üretim esnasında proseste maya testi yaparak ilave edilmelidir.

Peynirin tuz ve yağ oranı düşük olup light peynir olduğunda üründe ürünün acılığını maskeleyecek faktörler azaldığında peynirde doğal olarak acılık hissi daha belirgin olacaktır. Peynirde acılık denildiğinde genelde üreticiler ve çalışanlar acılığın kullanılan rennet enzimi kaynaklı olduğuna odaklanır. Peynirde acılığın kaynağı sadece kullanılan rennet enzimi değildir. Proteolizin hızını ve derecesini yüksek olgunlaştırma sıcaklığı, fazla rennet enzimi kullanımı, yüksek nem, az tuz, pıhtı kesim büyüklüğü ve teleme parçalı peynir ve orta derecede asitlik belirlemektedir. Acılık αs1 ve β-kazein hidrolizi ile ortaya çıkan peptidlerden kaynaklanmakta olup pıhtılaştırıcı enzim, starter kültüre ait enzimler ile bulaşmış mikroorganizmalara ait enzimler aracılığıyla oluşmaktadır. Bunun için proteolitik enzim konsantrasyonu ve proteolitik özelliği kullanılan kültürün asitlik oluşturma kapasitesi ve proteolitik aktivitesi bilinmelidir. Ürüne özgü kültürün seçilmesi, uygun üretim yönteminin uygulanması ve olgunlaşma koşulları oldukça önemli olmaktadır (Kılıç ve Vapur, 2003; Lemiux ve Simard, 1991; McSweeney, 2007c). Mikrobiyel rennet enziminin genellikle proteoliz aktivitesi yüksek olduğu için olgunlaşmanın biraz daha hızlanması istenen peynirlerde özellikle de termolabil olmadığı için mayalama sıcaklığı yüksek olan peynir çeşitlerinde daha çok tercih edilmektedir (Hayaloğlu vd., 2014; Lemieux ve Simard, 1991). Bir proteinin parçalanması ve parçalanma ürünlerinin konsantrasyonu fiziksel ve kimyasal yöntemlerle tespit edilebilir ve buradan gidilerek sonuçların değerlendirilmesi gerekir. Kullanılan kültür de rennet enzimi de değerlendirmeye alınırken sadece kişiden kişiye değişen duyusal değerlendirmeler yeterli değildir. Birçok işletme peynirde proteoliz olayını ölçülebilir bir noktaya taşıyarak rutin peynir analizleri içine almamaktadır.

Proteinlerin parçalanmasında proteolitik enzimler peptid bağlarını hidrolize ederler ve bu peptid bağları bir çözünmeye kadar gider. Burada kullanılan kültürün, mayanın ve çiğ sütten gelen enzimlerin de rolü vardır. Proteinler ilk primer yapıdaki proteazlara, peptidlere, polipeptidlere, oligopeptidlere ve sonunda da amino asitlere kadar parçalanma ilk parçalanma ürünleri olup sekonder parçalanma ürünleri ise amonyak, aminler ve hidrojen sülfürdür. Teneke ile olgunlaştırmada uzun olgunlaşma periyodu sonrasında depolarda hissedilen amonyak kokusu olgunlaşmanın ilerlediğinin de göstergesidir. Aynı anda olgunlaşmış bir peynir kitlesinde bu maddelerin hepsi bulunabilir.

Yapılmak istenen peynirin proses şartları ve peynirin duyusal niteliklerini koruması anlamında peynir renneti seçimi yapılmalıdır ve peynirin duyusal nitelikleri üzerine olan etkisinden emin olduktan sonra kullanılan rennete yönelik yorumlar yapılmalıdır. Üreticiler çoğu zaman bir problem ile karşılaştıklarında bazen sadece kullandıkları mayaya veya değiştirmiş olduğu peynir rennetine odaklanmaktalar. Ancak kullanılan rennetin bile etkinliğini sütün bileşimine bağlı olan faktörlerde etkileyebildiği gibi proseste uygulanan işlemlere bağlı faktörlerin de rennet enzimin etkinliğini etkileyebileceğini düşünülmelidir. Süte bağlı olan faktörler; sütün kazein miktarı, kazein misellerinin büyüklüğü, kazein fraksiyonlarının oranı, kolloidal haldeki kalsiyum miktarı, sütün pH değeri, fosfat ve sitrat oranları olup süte uygulanan ısıl işlemlerden soğutma, homojenizasyon, koyulaştırma, pıhtılaşma süresi, ortam sıcaklığı ve süte kalsiyum klorür ilavesi gibi noktalar çok önemlidir (Bringe ve Kinsella, 1986; Nájera vd., 2003). Bu kadar çok faktör pıhtı oluşumunda önemli rol oynarken birçok işletmede maalesef daha peynir sütüne maya testi yapmadan maya ilaveleri yapılmaktadır. Maya ilavesinden sonra tankta ya da teknede ilk pıhtı oluşumları gözlenmeden pıhtı kırım zamanı ile ilgili yorum yapılmadan pıhtı kırımları gerçekleşmektedir. Sonra bir sorun olduğunda ya kullanılan maya ya bahane bulunmakta veya deneme yapılacak olan maya denemesi doğru yapılmadığından dolayı tamamen yapılan çalışmalar çalışanlar tarafından yanlış yönlendirilmektedir. Sütün her gün nerede ise değişken olduğu bir yerde ilave edilecek olan enzim miktarının da değişeceği göz önüne alınarak her tank veya tekneye maya testi yaparak maya ilavesi yapılmalıdır. Pıhtıyı toparlayamadıktan sonra gereksiz yere mayanın yanlış miktarda kullanımı kaynaklı randıman kayıpları olduktan sonra ilave edilen mayanın ne olduğunun önemi ikinci planda kalmalıdır. Esas önemli faktörler göz ardı edilerek alışılagelmiş alışkanlıklarla kontrolsüz şekilde yapılan peynir üretimlerinin beraberinde peynir problemlerini de getireceği unutulmamalıdır.

Peynir mayası ile pıhtılaşmada göz önüne alınması gereken bir önemli konuda çiğ sütün soğukta muhafazasıdır. Sıcaklığın yükselmesi daha büyük kümeleşmelere doğru bir kaynaşmaya neden olurken sıcaklığın düşmesi kazein miselinin hidrofilik değil tam tersi hidrofobik bağlarının miktarının artmasına sebep olmaktadır. Yani kazein misellerinin suyu seven değil suyu iten özelliği artmakta, kazein miselleri alt misellere parçalanmaktadır. β- kazein misel fazını terk ederek sütün peynir mayası ile depolanma süresinde kayıpların artmasına, pıhtılaşma süresinin uzamasına sebep olmakta ve pıhtı ise zayıf olmaktadır (McSweeney, 2007a). Proteolizin ilk aşamasında pıhtılaştırıcı enzimler etkili olmaktadır. Burada, peynir mayalarının içerdikleri enzimlerin pıhtıda tutulma oranları da belirleyici bir faktördür. Çünkü pıhtılaştırıcı enzimlerin pıhtıda tutulma oranları birçok faktöre bağlı olarak değişir. Bu faktörlerin en önemlisi pıhtının asitliğidir. Örneğin; pH 5.2'de rennin (kimosin) enziminin pıhtıda tutulma oranı %80'lere çıkmaktadır. Bu oran 6.60 pH 2'de %40'dadır. Pepsin enzimi de rennin benzer bir durum göstermektedir (Uraz ve Ergül, 1989). Pepsin enzimi ise olgunlaşma esnasında peynirde acı bir tadın meydana gelmesine sebep olduğu için

tek başına kullanılmaz. Mucor mayalarının ise pıhtıda tutulan enzim oranı düşüktür. Bu oran %15-20'lerdedir ve pH değişimlerinden de etkilenmez. Bazı araştırmacılar da bu tutulma oranını farklı bildirmişlerdir; süte ilave edilen pıhtılaştırıcı enzimlerin büyük bir kısmı peynir altı suyu ile ayrılmaktadır (Sousa vd., 2001). Süte ilave edilen kimosinin %6'sı, mikrobiyel enzimin ise %2-3'ü pıhtıda tutulmaktadır (Fox vd., 1997). Sütte kazein miktarı arttıkça hem kimosinin alıkonma miktarı hem de peynir randımanının arttığı ve her mg kuru madde içinde de alıkonan kimosinin de değişmediği bildirilmiştir. Kazein miselinin boyutu çok büyük olmadığı sürece kesilmiş sütte tutulan kimosin miktarı üzerine miselin etkisi çok azdır. Genel olarak pıhtıda tutulan enzim miktarı peynir teknolojisi için önemli olup bu peynirin neminden, sütün ısıl işlem sıcaklığından, peynir altı suyu ayrılma pH'sından, iyonik güçten, süte ilave edilen pıhtılaştırıcı enzim miktarından, sütün kazein içeriğinden, kazein misellerinin boyutundan ve olgunlaşma boyunca peynirin pH'sından etkilenmektedir (McSweeney, 2007a).

Piyasada *Rhizomucor miehei* suşundan izole edilen ve oluşturdukları proteaz enziminden yararlanılan mikrobiyel mayaların ısı ile inaktive olma oranları ise kimosin-pepsin (%80-90 kimosin) içeren hayvansal mayalara göre daha düşüktür (Hayaloğlu vd., 2014). Ancak yine *Rhizomucor miehei* suşundan elde edilen termolabil mayalar hayvansal mayalara ve rekombine kimosin mayalar ile ısıl inaktivasyon anlamında benzer profil göstermektedir (Şekil 2). Bu göz önüne alınarak peynir proseslerine uygulanan ısıl işlemler çerçevesinde maya kullanımlarına bütünsel açıdan bakılarak üretimler düşünülmelidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Teknolojideki gelişmeler ile peynir üretiminde kullanılan pıhtılaştırıcı enzimlerin de çeşitliliği artmıştır. Peynir üreticileri bu enzimlerin teknolojik farklılıklarının bilincinde olmalı ve ürün iyileştirme çalışmaları kapsamında üretimlerine yön vermelidirler. Çünkü peynir üretimlerinde değişkenlik çoktur. En başta da ham madde gün ve gün değişkenlik gösterebilmektedir. Bu anlamda en başta hangi enzim kullanılır ise kullanılsın tank veya tekneye ilave edilmeden önce mutlaka maya testi yapılarak rennet enzimi ilave edilmesi gerekir. Rennet enzimi kullanılması gereken eşik değerin üstünde ve altında kullanılması randıman kayıplarına yol açtığı gibi üründe kimyasal, duyusal, mikrobiyolojik standardı yakalama anlamında da zorluklar ortaya çıkacaktır. Peynirde yaşanan problemlerin çözümlerine yönelik sadece birkaç noktada alınan tedbir ve önlemler ile problemler giderilebilir noktasında olaya bakılmamalıdır ve birden fazla yaklaşımlar ile olaylar birleştirilmelidir. Sadece kullanılan kültür ve maya gibi yardımcı ürün girdilerine odaklanılmamalıdır. Özellikle pıhtısı ısıl işleme tabi tutularak üretilen peynirlerde rennet enzimi aktivitesinin uygulanan ısıl işleme bağlı olarak azalmasının bir önemi vardır. Çünkü peynir canlı bir üründür ve üretimden sonra olgunlaşma seyri boyunca olabilecek fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal olayları düşündüğümüzde olabildiğince kontrollü şartların sağlanması gereklidir. Peynirde bir kültür nasıl önemli ise kullanılan rennet enzimi de ürün özelliklerine uygun olarak seçildiğinde o derece bizim sınırlandırmak istediğimiz parametrelerin kontrol altına almak için önemlidir. Pıhtısı haşlanan peynirlerde daha çok fermente kimosin mayalar (rekombine kimosin) ve termolabil mikrobiyel mayaların ısı ile aktivitesi azaldığı için tercih edilmektedir. Termolabil olmayan mikrobiyel rennet enzimleri ise daha çok hızlı olgunlaşmasını istediğimiz peynirlerde kullanımları tercih edilmelidir. Hayvansal mayalar ise daha çok kültürsüz klasik, tulum gibi olgunlaşma süresi uzun olan depo peynirlerinde tercih edilmektedir. Kimosinin bu peynirlerdeki öneminden dolayı rekombine kimosin mayalarda bu peynirlerde kullanılmaktadır. Ancak bütün pıhtılaştırıcı enzimlerin değerlendirilmesi her işletmenin kendi içinde kendi proses şartlarına, peynirin duyusal özelliklerine göre ele alması gereken bir konudur. Her ne kadar üretimlerde işletme alışkanlıkları olsa da proses parametrelerinin son ürün kalitesini etkileyeceği düşünülerek kullanılan pıhtılaştırıcı enzim dışındaki faktörlerin de olabileceği düşünülmelidir. AR-GE ve ürün iyileştirme çalışmaları işletmelerde ağırlık verilmesi gereken konu olmalı ve doğru proses uygulamaları ile son ürün kalitesinde devamlı iyileştirmeler yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Akın, N. (1996). Peynir yapımında kullanılan süt pıhtılaştırıcı enzimler ve bunların bazı özellikleri. *The Journal of Food, 21*(6), 435-442.

Anusha, R., Singh, M. K. ve Bindhu, O. S. (2014). Characterisation of potential milk coagulants from Calotropis gigantea plant parts and their hydrolytic pattern of bovine casein. *European Food Research and Technology, 238*(6), 997–1006. https://doi.org/10.1007/s00217-014-2177-0

Atacı, N. (2001). Mucor miehei rennetin ve mucor miehei rennet-dekstran konjugatlarının spektrofluorometrik yöntemle incelenmesi (Yüksek lisans tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi.

Bogenrief, D. D. ve Olson, N. F. (1995). Hydrolsis of β-casein increases cheddar cheese meltability. *Milchwissenschaft, 50*(12), 678-682.

Bringe, N. A. ve Kinsella, J. E. (1986). Influence of calcium chloride on the chymosin-initiated coagulation of casein micelles. *Journal of Dairy Research, 53*(3), 371. doi:10.1017/s0022029900024997

Crabbe, M. J., Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M. ve Guinee, T. P. (Eds.). (2004). Rennets: general and molecular aspects. Cheese: Chemistry, physics and Microbiology. 3rd edition. Academic Press (Elsevier), (pp. 19-46). ISBN 0122636511

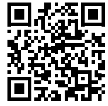
Dalgleish, D. G. (1992). Sedimentation of Casein Micelles During the Storage of Ultra-High Temperature Milk Products—a Calculation. *Journal of Dairy Science, 75*(2), 371–379. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(92)77771-6

Dervişoğlu, M., Aydemir, O., Yazıcı, F. (2007). Peynir yapımında kullanılan pıhtılaştırıcı enzimler ve kazein fraksiyonları üzerine etkileri. *The Journal of Food, 32*(5), 241-249.

Dünya Atlası. (2019). Peynirin keşfi ve tarihçesi. Erişim adresi (5 Ocak 2020): https://www.dunyaatlasi.com/peynirin-kesfi-ve-tarihcesi/

Flamm, E. L. (1991). How FDA approved kimosin: A case history. *Nature*

Biotechnology, (9), 349-351.
Fox, P. F. ve Stepaniak, L. (1993). Enzymes in cheese technology. *International Dairy Journal, 3*(4-6), 509–530. https://doi.org/10.1016/0958-6946(93)90029-Y
Fox, P. F., McSweeney, P. L. H. ve Law, B. A. (Ed.). (1997). Rennets: their role in milk coagulation and cheese ripening. In Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk. (2nd edn., pp. 1–49). London: Chapman & Hall.
FroÈhlich-Wyder, M. T. ve Bachmann, H. P. (2007). 124 How do I control the elastic texture of Swiss-type cheese?. *Cheese problems solved*, 260.
Hayaloğlu, A. A., Karatekin, B. ve Gurkan, H. (2014). Thermal stability of chymosin or microbial coagulant in the manufacture of Malatya, a Halloumi type cheese: Proteolysis, microstructure and functional properties. *International Dairy Journal, 38*(2), 136–144. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.04.001
Horne, D. S. ve Banks, J. M. (2004). Rennet-induced coagulation of milk. *General Aspects*, 47–70. https://doi.org/10.1016/s1874-558x(04)80062-9
Huppertz, T., Fox, P. F. ve Kelly, A. L. (2004). Susceptibility of plasmin and chymosin in Cheddar cheese to inactivation by high pressure. *Journal of Dairy Research, 71*(4), 496–499. https://doi.org/10.1017/s0022029904000494
Jacob, M., Jaros, D. ve Rohm, H. (2010). Recent advances in milk clotting enzymes. *International Journal of Dairy Technology, 64*(1), 14–33. https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2010.00633.x
Kamber, U. (2006). Peynirin Tarihçesi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 77*(2), 40-44.
Kılıç, S. ve Vapur, U. E. (2003). Peynirde acılık problemi, etki eden faktörler ve kontrol altına alınması. *Akademik Gıda*, (4), 35-37.
Landfeld, A., Novotna, A. ve Houska, M. (2002). Influence of the amount of rennet, calcium chloride addition, temperature, and high-pressuretreatment on the course of milk coagulation. *Czech Journal of Food Sciences, 20*(6), 237-244.
Lemieux, L. ve Simard, R. E. (1991). Bitter flavour in dairy products. A review of the factors likely to influence its development, mainly in cheese manufacture. *Lait, 71*(6), 599-636.
McSweeney, P. L. H. (Ed.). (2007a). Why is the Phe-Met bond of k-kazein so susceptible to rennet action?. *Cheese Problem Solved*, (25), 52.
McSweeney, P. L. H. (Ed.). (2007b). What factors affect the retention of rennet in cheese curd?. *Cheese Problem Solved*, (28), 57.
McSweeney, P. L. H. (Ed.). (2007c). How can the problem of bitternes in cheese be solved?. *Cheese Problem Solved*, (89), 194.
McSweeney, P. L. H., Fox, P. F., Cogan, T. M. ve Guinee, T, P. (Eds.). (2004). Biochemistry of cheese ripening: introduction and overview. In Cheese: Chemistry, physics and Microbiology. *General Aspects*, *1*(3rd edn., pp. 347–360). London: Elsevier.
Metin, M. (2012). Süt Teknolojisi. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. İzmir: Ege Üniversitesi Rektörlük Yayınları.
Mohanty, A., Mukhopadhyay, U., Grover, S. ve Batish, V. (1999). Bovine chymosin. *Biotechnology Advances, 17*(2-3), 205–217. https://doi.org/10.1016/s0734-9750(99)00010-5
Nájera, A. I., de Renobales, M. ve Barron, L. J. R. (2003). Effects of pH, temperature, $CaCl_2$ and enzyme concentrations on the rennet-clotting properties of milk: a multifactorial study. *Food Chemistry, 80*(3), 345–352. doi:10.1016/s0308-8146(02)00270-4
Özcan, T. ve Eroğlu, E. (2018). Sütün enzimatik koagülasyonu ve peynir üretiminde bitkisel pıhtılaştırıcılar. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32*(2), 201-214.
Roseiro, L. B., Barbosa, M., Ames, J. M. ve Wilbey, R. A. (2003). Cheesemaking with vegetable coagulants-the use of Cynara L. for the production of ovine milk cheeses. *International Journal of Dairy Technology, 56*(2), 76–85. https://doi.org/10.1046/j.1471-0307.2003.00080.x
Sezgin, E., Atamer, M., Koçak, C., Yetişmeyen, A., Gürsel, A. ve Gürsoy, A. (2007). Süt Teknolojisi. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
Shah, M. A., Mir, S. A. ve Paray, M. A. (2013). Plant proteases as milk-clotting enzymes in cheesemaking: a review. *Dairy Science & Technology, 94*(1), 5–16. https://doi.org/10.1007/s13594-013-0144-3
Sousa, M., Ardö, Y. ve McSweeney, P. L. (2001). Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *International Dairy Journal, 11*(4-7), 327–345. https://doi.org/10.1016/s0958-6946(01)00062-0
Teuber, M. (1990). Production of Chymosin (EC 3.4.23.4) by Microorganisms and Its use for Cheese-making. *Bulletin 251*, 3–15. Brussels: International Dairy Federation.
Uraz, T. (1981). Süt ve Mamülleri Teknolojisi: Peynir suyu ve değerlendirme şekilleri. *Segem Yayın*, (103), 208-213.
Uraz, T. ve Ergül, E. (1989). Süt asitliğinin, peynir pıhtısının süzülmesi ve ayrılan peynir altı suyunun bileşimine etkisi. *Journal of Food, 14*(6), 331-335.
Urbach, G. (1995). Contribution of lactic acid bacteria to flavour compound formation in dairy products. *International Dairy Journal, 5*(8), 877–903. https://doi.org/10.1016/0958-6946(95)00037-2
Ünsal, A. (1997). Süt Uyuyunca–Türkiye Peynirleri. I. Baskı. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
Vapur, U. E. (2010). Farklı starter kültür oranları ile hayvansal ve mikrobiyel kaynaklı peynir mayaları kullanılarak üretilen tam yağlı beyaz peynirlerin özelliklerinin belirlenmesi. (Doktora tezi). (s. 231-237). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
Walstra, P. ve Eck, A. (Ed). (1986). Curd drainage. Cheese-making Science and Technology (2nd edn., pp. 22-36). Lavoisier Published Inc.
Wangoh, J. L., Farah, Z. ve Puhan, Z. (1993). Extraction of camel rennet and its comparison with calf rennet extract. *Milchwissenschaft,* (48), 322-325.



Derleme (Review)
Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi, (1), 52-62.

Kızılötesi (IR) Spektroskopinin Et ve Et Ürünlerinde Kullanımı

Infrared Spectroscopy In Meat and Meat Products

Batuhan TARCAN[1]*, Özlem KÜPLÜLÜ[2]
[1]Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü / Ankara
[2]Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD / Ankara
[1]ORCID : 0000-0002-9724-7450, [2]ORCID: 0000-0002-1559-2390

***Sorumlu Yazar :** batuhan.tarcan@esk.gov.tr **Geliş Tarihi :** 14.12.2020 **Kabul Tarihi :** 18.03.2021

ÖZET

Son derece kompleks yapıya sahip gıdalar çok çeşitli nedenlerden dolayı analiz edilmek durumundadırlar. Yasa yapıcılar gıdaların Türk Gıda Kodeksine ve ilgili yönetmeliklere ve kalite parametrelerine uygunluğunun kontrolü için analizleri gerçekleştirmektedir. Analizin amacı haksız ekonomik kazancın ve tüketicilere muhtemel bir zararın oluşmasının önüne geçmektir. Bunun yanında gıda analizleri gıda üreticileri için de oldukça önemlidir. Gıda üreticileri ham maddelerin ve ürettikleri gıdaların depolama, üretim ve sevkiyat aşamalarında istenilen kalite özelliklerini taşıdıklarından emin olmak için bu analizleri gerçekleştirmektedirler. Gıda ile ilgili akademik çalışmalar ise sürekli yeni ve daha kolay uygulanabilir yöntemlerin geliştirilmesi, tüketici haklarının korunması, gıdanın içerdiği bileşiklerin detaylı bir şekilde ortaya konması ve ekonomik değeri yükseltilmiş yeni gıdaların üretilmeleri yönündedir. Son yıllarda tüketiciler de gıdaların kalitelerinin analitik olarak tespit edilmeleri hususunda daha talepkâr duruma gelmişlerdir. Bu durumun oluşmasında gıda kökenli skandalların kitle iletişim araçlarında sıkça yer almaları da etkili olmuştur. Gıdaların hızlı analizlerinde başlıca iki yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan ilki gıdaların fiziksel özelliklerinin bir bilgi kaynağı olarak kullanmak, diğeri ise kimyasal metotların otomatize edilmesidir. Gıdaların fiziksel özelliklerine dayanan hızlı analiz yöntemlerinin büyük bir çoğunluğu spektroskopik yöntemlere dayanmaktadır. Kızılötesi spektroskopi de bu yöntemlerden biridir.

Anahtar kelimeler: Et ürünleri, Gıda analizi, Kızılötesi ışınları

ABSTRACT

Foods, which have the highest physical and chemical complex structure have to be analyzed for a variety of reasons. Legal authorities carry out analyzes to check whether foods comply with the regulations in the codex. The aim is to prevent unfair economic gain and the possibility of damaging consumers. Besides food analysis are also important for food manufacturers. They carry out these analyzes to ensure that the raw materials and the foods they produce meet the desired quality characteristics during the storage, production and shipping stages. Academic studies on food are in the direction of developing new and more easily applicable analysis methods, preventing the above-mentioned unwanted situations, elaborating the compounds contained in food and producing new foods with high economic value. In recent years, consumers have also become more demanding for the analytical determination of the quality of food. The frequent occurrence of food scandals in the press might be the cause of this situation. So, the rapid analysis of foods has gained importance in recent years. There are two main approaches to rapid analysis of foods. The first is to use the physical properties of foods as a source of information, the other one is to automate chemical methods. Most of the rapid analysis methods based on physical properties of foods are based on spectroscopic methods. Infrared spectroscopy is one of those spectroscopic methods.

Keywords: Food analysis, Infrared rays, Meat products

GİRİŞ

Et ve et ürünleri, yapısında başta protein, lipit ve diğer makro ve mikro besin öğesi içeriğinin heterojen ve komplike olması biyolojik, kimyasal ve fiziksel niteliklerinin kalite parametreleri açısından standartların karşılanması, ayrıca gıda güvenliği gibi unsurlara da sahip olmalı üretimde günümüzde vazgeçilmez bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu kompleks yapıya sahip gıdalar çok çeşitli nedenlerden dolayı analiz edilmek durumundadırlar. Yasal merciler gıdaların kodekse, yönetmeliklere uygun olup olmadığının kontrolü için analizleri gerçekleştirmektedir. Buradaki amaç haksız ekonomik kazancın ve tüketicilere muhtemel bir zararın oluşmasının önüne geçmektir. Bunun yanında gıda analizleri gıda üreticileri için de oldukça önemlidir. Gıda üreticileri ham maddelerin ve ürettikleri gıdaların depolama, üretim ve sevkiyat aşamalarında istenilen kalite özelliklerini taşıdıklarından emin olmak için bu analizleri gerçekleştirmektedirler. Gıda ile ilgili akademik çalışmalar ise sürekli yeni ve daha kolay uygulanabilir yöntemlerin geliştirilmesi, yukarıda bahsedilen istenmeyen durumların engellenmesi, gıdanın içerdiği bileşiklerin detaylı bir şekilde ortaya konması ve ekonomik değeri yükseltilmiş yeni gıdaların üretilmeleri yönündedir. Son yıllarda tüketiciler de gıdaların kalitelerinin analitik olarak tespit edilmeleri hususunda daha talepkâr duruma geçmişlerdir. Bu durumun oluşmasında gıda kökenli skandalların kitle iletişim araçlarında sıkça yer almaları da etkili olmuştur (Pico, 2012). Gıdaların hızlı bir şekilde analiz edilmeleri konusu son yıllarda önem kazanmıştır. Gıdaların hızlı analizlerinde başlıca iki yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan ilki gıdaların fiziksel özelliklerinin bir bilgi kaynağı olarak kullanmak, diğeri ise kimyasal metotların otomatize edilmesidir. Gıdaların fiziksel özelliklerine dayanan hızlı analiz yöntemlerinin büyük bir çoğunluğu spektroskopik yöntemlere dayanmaktadır. Kızılötesi spektroskopi de bu yöntemlerden biridir (Sun, 2009).

Kızılötesi Spektroskopi

Kızılötesi radyasyonun da dahil olduğu elektromanyetik radyasyon bir elektrik yükünün (elektron, pozitron, proton

veya anti proton) ivmelenmesi ile oluşur. Elektromanyetik radyasyon dalga boyu (λ), frekans (ν) ve dalga sayısı ($\bar{v}$) (birim uzunlukta bulunan dalga sayısı, kızılötesi radyasyon uygulamalarında cm^{-1} biriminin kullanımı genel olarak kabul görmüştür) ile tanımlanır (Adapa, Phani, Karunakaran, Tabil ve Schoenau, 2009).

Kızılötesi spektroskopi yani diğer adıyla titreşimsel spektroskopinin ilgilendiği moleküler hareketler iki grupta incelenir ve toplamda altı tanedir. Bunlardan ilk grup gerilme titreşimleri olup bu tür titreşimlerde atomlar arası uzaklık azalıp artarken atomlar aynı eksende kalırlar.

Bir diğer titreşim türü ise bükülme titreşimleridir. Bu tip titreşimlerin enerjileri esneme tipi titreşimlere nazaran daha düşüktür. Bu yüzden daha düşük enerjili, daha uzun dalga boyuna sahip yani daha küçük dalga sayılı radyasyon ile etkileşirler (Atkins ve Paula, 2013).

Ortalama bir bağ titreşim enerjisi 0.01 ile 0.1 aJ (10^{-18} J) dolayında olduğu için bu bağ ile etkileşime girebilecek olan elektromanyetik radyasyonun frekansı 10^{13}-10^{14} aralığında olmalıdır. Bu frekans aralığında ise kızılötesi radyasyon bulunmaktadır. Dolayısı ile moleküller arası titreşim enerjileri kızılötesi spektroskopi yardımı ile gözlemlenebilir (Atkins ve Paula, 2013).

Kızılötesi spektroskopide rutin olarak kullanılan ışık kaynağı ve dedektörden oluşan yöntemden farklı olan bir diğer yöntem ise FTIR (Fourier Transform Infrared) yöntemidir. FTIR spektroskopide diğer spektroskopik yöntemlerden farklı olarak bir interferometre (girişim ölçer) kullanılır. Bu yöntemde kızılötesi radyasyon yarı geçirgen bir aynadan (ışın bölücü) geçerek bir hareketli bir de hareketsiz aynadan yansır. Her iki ışık da numuneden geçerek bir girişim deseni (interferogram) oluşturur (Sun, 2009). Elde edilen girişim deseni ise her periyodik fonksiyonun bir sinus dalgasına dönüştürülebileceği ilkesine dayanan Fourier Dönüşümü matematiksel yöntemi ile tipik bir kızılötesi spektrumuna dönüştürülür.

Analiz Yöntemi Olarak Gıdalarda Kullanımı

Kızılötesi spektroskopinin gıdalarda ilk kullanımı 1949'da Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı'nın (USDA) yürüttüğü bir araştırma projesi ile başlamıştır. Projede, o zamanlarda yumurtaların kalite kriterlerinin belirlendiği sistem olan bir ışık kaynağında yumurtanın bir uzman kişi tarafından incelenmesinin otomatize edilmesi amaçlanmıştır (Norris, 1996). Kızılötesi spektroskopi kullanılarak kantitatif olarak yapılan ilk çalışma ise 1962'de yayınlanmıştır. Çalışmada tohumların metanoldeki ekstratları kullanılarak nem tayinleri gerçekleştirilmiştir (Hart, Norris ve Golumbic, 1962).

1974'te Kanada Tahıl Komisyonu (CGC) tarafından buğdaydaki proteini belirlemede kjeldahl yöntemine alternatif olarak ve 1980'lerin başında da bazı Avrupa ülkelerinde un değirmencileri tarafından protein esaslı buğday alımında kullanılmaya başlanmıştır. Aynı dönemde Near Infrared Reflectance (NIR) protein testleri Federal Tahıl Denetim Servisi'nce (FGIS) resmi metot kabul edilmiş ve bu tarihten sonra Amerika'da buğday sınıflandırmada rutin olarak kullanılmıştır (Ertugay ve Başlar, 2010).

Tüketiciler gıda ürünü aldıklarında öncelikli olarak gıdanın ekonomik değerini ve kalitesini göz önünde bulundurmaktadır. Ancak sayıları gittikçe artan bir tüketici grubu gıdada bu faktörlerin yanında bazı sağlık kriterlerine de dikkat eder olmuşlardır. Ekonomik ve kalite kriterlerine ek olarak talep edilen bu tip çeşitli sağlık faktörleri, gıdaların üretilirken bu kriterleri sağladığının hızlı olarak kontrol edilmelerini gerektirmiştir. Bunun için yeni analiz metotları geliştirilmiştir. Çünkü klasik analiz metotlarından olan örneğin bir ekstrasyon yağ tayini yaklaşık üç veya dört saat sürmekte, toksik ve tehlikeli kimyasalların kullanımını gerektirmektedir. Spektroskopik yöntemler ile aynı sonuca saniyeler içinde erişmek mümkündür. Bunun yanında analiz sürecinin numune hazırlama kısmının çok basit ve kısa sürede gerçekleştirilebilir olması, her bir analizin ekonomik olarak maliyetlerinin çok düşük olması, herhangi bir iyonize edici radyasyon içermemesi (güvenli oluşu) bu yöntemin avantajlarındandır. Ayrıca kızılötesi spektroskopi üretim hattına entegre olarak da kullanılabilmektedir. Böylelikle ürünlerin belirli kalite kriterlerine uygunluğunun kontrolünü ürün üretim bandından ayrılmadan sağlanabilmektedir. Bu tip avantajlara sahip kızılötesi spektroskopi yönteminin kullanıldığı gıda ürünleri, et ve ürünleri (tavuk ve balık eti dâhil), süt ve ürünleri, tahıllar, baklagiller, pirinç, meyveler, meyve suları, yumurta, bal, şarap gibi çok çeşitlidir. Teorik olarak içeriğinde C – H, O – H ve N – H bağları bulunduran her gıdanın kızılötesi spektroskopik analizi gerçekleştirilebilir (Prieto, Pawluczyk, Dugan ve Aalhus, 2017; Sun, 2009).

Et ve Ürünlerinde Kullanımı

Kızılötesi spektroskopi et ve ürünlerinin su içeriği, protein ve yağ oranı ve bazı durumlarda da mineral içeriğinin yaklaşık olarak tahminlerinde rutin olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında etin kalitesi, pH değeri, yağ asit profil analizi, görünümü ve renginde ayrıca su tutma kapasitesi, kaslar arası yağ dağılımı ve gevreklik gibi kas karakteristik özellikleri ile mikrobiyal bozulma tespitinde de kullanımı bulunmaktadır. Ayrıca BSE hastalığının bulaşma riskine karşı et ve ürünlerinde bulunması yasaklanmış omurilik dokusunun varlığının tespiti için de kullanılmıştır (Sun, 2009).

Bir çalışmada 400 – 2500 nm aralığındaki dalga boyuna sahip kızılötesi radyasyonun 2 nm çözünürlüğe sahip formu kullanılarak sığır etlerinin yağ asiti kompozisyonu araştırılmıştır. Kızılötesi spektroskopi verilerinin kromatolojik analiz ile doğrulaması yapılmıştır. Çalışmada 12'den 22 karbon atomluya kadar çeşitli doymuş ve doymamış yağ asitleri istatistiksel olarak çeşitli derecelerde doğru tahmin edilmiştir (R^2CV= 0.01 – 0.94). Toplam yağ oranı yüksek doğruluk payı ile (R^2CV= 0.95) tespit edilebilmişken tekli doymamış yağ asitleri R^2CV= 0.93 ve çoklu doymamış yağ asitleri ise R^2CV= 0.59 doğruluk oranları ile tespit edilebilmiştir (Mourot vd., 2015).

Domuz karkaslarında, 350 – 2500 nm dalga boyu aralığında ve 1 nm dalga boyu hassasiyeti ile yapılan bir çalışmada ise yağların iyot değeri R^2= 0.95, doymuş yağ oranı (%) R^2= 0.88, tekli doymamış yağ oranı (%) R^2= 0.85, çoklu doymamış yağ oranı (%) R^2= 0.94, omega-3 değeri (%)

R^2= 0.93 ve omega-6 değeri (%) R^2= 0.89 doğruluk oranları ile tespit edilebilmiştir. Bu çalışma ile hayvanlardan elde edilen yağların kesimhaneden çıkmadan belirli kalite kriterlerine göre sınıflandırılabileceği görülmüştür (Prieto vd., 2018).

Sosislerde 12.000 ve 4.000 cm^{-1} dalga sayılı (833 – 2550 nm) kızılötesi radyasyon ile FT-NIR yöntemi kullanılarak nem oranı (%) R^2= 0.997, aw R^2= 0.988 ve NaCl oranı (%) R^2= 0.974 doğruluk oranlarıyla tespit edilebilmiştir (Collell vd., 2010).

Dinlendirilmiş etlerin saptanmasına yönelik bir çalışmada iki günlük dinlendirilmiş etler %94 doğruluk oranı ile ve on dört günlük dinlendirilmiş etler %97 doğruluk oranı ile 350 – 2500 nm arasındaki dalga boyuna sahip kızılötesi radyasyon ile belirlenebilmiştir. Aynı çalışmada iki günlük dinlendirilmiş etlerden gevrekliğini arttırma amaçlı nem ilavesi yapılmış (%0.5 oranında standart tuz ve %0.49 oranında disodyum fosfat solüsyonu, et enjeksiyon makinesi ile ete enjekte edilmiş) olanlarını %97 doğruluk oranı ile nem ilavesi yapılmamış olanlarını ise %99 doğruluk oranı ile; on dört günlük dinlendirilmiş etlerden nem ilavesi yapılmış olanlarını %94 ve nem ilavesi yapılmamış olanlarını %95 doğruluk oranı ile saptanabilmiştir (Prieto vd., 2015).

Bir çalışmada ise 1800 – 1000 cm^{-1} dalga sayılı kızılötesi radyasyon FTIR tekniği ile kullanılarak etlerin mikrobiyal bozulma dereceleri ölçülmüştür. Çalışmada etlerin bozulma belirtisi olarak toplam canlı bakteri sayısı ve organoleptik muayene baz alınmıştır. Sonuç olarak taze etler %92, yarı taze etler %93.33 ve bozulmuş etler %100 spesifite ile saptanabilmiştir (Kodogiannis vd., 2014).

Kanatlı hayvanlarla yapılmış bir çalışmada 2 nm çözünürlükte 400 – 2498 nm dalga boyundaki kızılötesi radyasyon kullanılarak tavuk etlerinin kurutulup toz haline getirilmesi ile elde edilen karışımdan ham protein R^2= 0.86, yağ R^2= 0.93 ve kül oranı R^2= 0.71 doğruluk oranıyla bulunabilmiştir. Bunun yanında aynı çalışmada tavuklar kızılötesi spektroskopi yardımı ile genotiplendirme yapılabilmiş ve Ross 308, Euribrid HISEX ve Ross 1972 genotiplerinden hangisine ait oldukları tespit edilebilmiştir (McDevitt vd., 2005).

Varyant Creutzfeldt – Jakob hastalığı insanlara, sığırların süngerimsi beyin hastalığı (BSE) ile enfekte sığırların sinir dokularında bulunan prionlar ile bulaşmaktadır. Bu yüzden BSE hastalığının bulaşma yolunun anlaşıldığı tarihten itibaren sığırların herhangi bir sinir dokusunun etlerde bulunması yasaklanmıştır. Ancak sinir sistemi dokusu (özellikle omurilik) karkaslardan temizlenirken yanlışlıkla etlere bulaşabilmektedir. Sinir sistemi dokusunun tespiti için çeşitli analiz yöntemleri bulunmaktadır. Bunlardan biri ELISA yöntemidir. Bu yöntemde glial fibriller asidik protein hedeflenmektedir. GC-MS yöntemi ile de sinir sistemi dokusu, yapısında bulunan 22-26 karbonlu uzun zincirli yağ asitleri (sifingo ve fosfolipidler) hedeflenerek tespit edilebilmektedir. Gangidi, Proctor ve Pohlman (2003) bu tip uzun süren, yetişmiş teknik personele ihtiyaç duyan analizler yerine FTIR yöntemi kullanarak 16 ppm hassasiyeti ile sinir dokusunu sığır kıymasında tespit edebilmişlerdir. Ancak FTIR cihazlarının maliyetleri yüksektir ve et endüstrisinde yaygın olarak kullanılamamaktadır. Bunun yerine başka bir çalışmada omurilik dokusu, et endüstrisinde nispeten yaygın olarak kullanılan NIR yöntemi ile 5400 – 10.000 cm^{-1} dalga sayısındaki (1000 – 1850 nm) kızılötesi radyasyon kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada tespit edilebilen minimum limit değer 21 ppm olarak bulunmuştur. Yani çalışmada bir numuneye pozitif denebilmesi için 21 ppm'den yüksek omurilik dokusu içermesi gerekmektedir. Örneklerin %87'si doğru olarak pozitif, %67 ise doğru olarak negatif şeklinde belirlenmiştir. Bu değerlerden omurilik dokusu içeren %13'lük kısmın tespit edilemediği ortaya çıkmaktadır. Ancak model spesifite üzerinden kurulduğunda yani %67'lik kısımdan geri kalan %23'lük kısmın yanlış pozitif sonuç verdiği düşünüldüğünde; bu yanlış pozitifler Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından doğrulama metodu olarak belirlenen (eozin ve hematoksilen boyama yöntemi) yöntem ile taranarak yanlış pozitiflerin elimine edilebileceği ve tüm taranması gereken numunelerde ciddi bir azalışın meydana geleceğini belirtilmiştir (Gangidi vd., 2006).

Etleri dondurmak etin kalitesine etki etmektedir. Bunun başlıca nedeni etin içerisinde buz kristallerinin oluşmasıdır. Bunun sonucunda ette su kaybı meydana gelmekte, proteinler denatüre olmakta ve et hücreleri parçalanmaktadır. Çözündürülme sonrası oluşan eksudat ise mikroorganizmaların gelişmesine büyük oranda katkı sağlamaktadır. Dondurulmuş – çözündürülmüş etleri tespit etmede çeşitli yöntemler ileri sürülmüştür. Bu yöntemlerden glutamik oksaloasetik transaminazın elektroforezi tekniği uzun zaman almaktadır. Beta-hidroksiasil-koenzim-A'nın kimyasal tespiti daha hızlı bir teknik olmakla birlikte hücreleri başka bir nedenle parçalanmış etler de çözündürülmüş olarak sınıflandırılmaktadır (Ballin ve Lametsch, 2008). Kızılötesi spektroskopinin kullanıldığı bir çalışmada ise taze, dondurulmuş ve çözündürüldükten sonra tekrar dondurulmuş etlerin ayrımının yapılabildiği belirtilmiştir. Çalışmada M. longissimus dorsi kasının dilimleri bütün olarak veya saldığı et suyu doğrudan veya santrifüje edilmiş hali kullanılmıştır. Eksudatlar 400 – 2500 nm kızılötesi radyasyonla tüm kas dokusu ise 1100 – 2500 nm kızılötesi radyasyonla incelenmiş ve eksudat, santrifüje edilmiş eksudat ve bütün kas dokusu sırayla %95, %100 ve %98 oranında doğru olarak tespit edilebilmiştir (Thyholt ve Isaksson, 1997).

Dondurulmuş etlerin kızılötesi radyasyon kullanılarak tespit edilmesi ile ilgili güncel bir çalışmada ise tavuk etleri kullanılmıştır. Tavuk eti eksudatları 500 – 4000 cm^{-1} dalga sayısına sahip kızılötesi radyasyon ile 6 cm^{-1} dalga sayısı çözünürlükte incelenmiştir. Çalışmada FTIR yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak tavuk etleri -20 °C'de 2 gün boyunca saklanmış olsalar bile (çalışmada 85 güne kadar dondurulmuş vaziyette bekletilmiş etler de kullanılmıştır) taze etlerden ayrılabilmişlerdir (Grunert vd., 2016).

Donmuş etler kullanılarak yapılmış bir başka çalışmada ise sığır etlerine hile amacıyla katılan hindi etleri analiz edilmiştir. Çalışmada hindi etleri sığır etlerine %5, %10, %15, %20, %30, %40, %50 oranlarında katılmıştır. Etler 800 – 2667 nm dalga boyuna sahip kızılötesi radyasyon ile 8 cm^{-1} çözünürlükte incelenmiştir. Tağşişli etleri

tespit limiti %20 olarak bulunmuştur. Taze, donmuş çözündürülmüş ve pişmiş etlerde R^2=0.884'ten daha iyi bir doğruluk oranı ile tağşiş saptanabilmiştir (Alamprese vd., 2016).

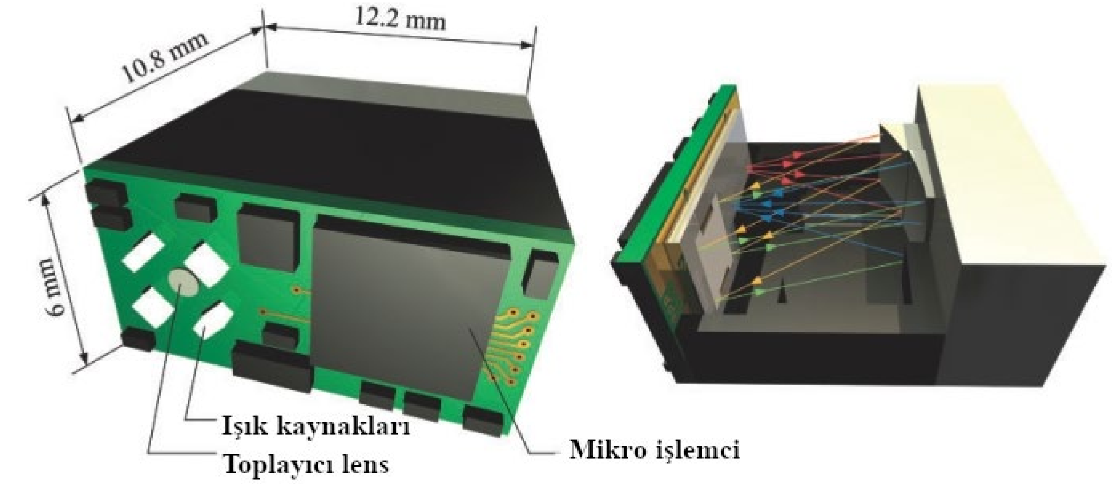
Kıyma haline getirilmiş etlerde hile amaçlı, ekonomik olarak nispeten değeri düşük protein ve yağ kaynakları eklenebilmektedir. Bu protein ve yağ kaynaklarından sığır etine katılan domuz eti, trim artıkları (yağ ve kolajen doku) ve sakatat (böbrek, karaciğer, akciğer ve kalp) üzerine yapılan bir çalışmada hem taze hem de donmuş (-30 °C'de 60 gün bekletilmiş) örnekler kullanılmıştır. Örnekler 400 – 2500 nm dalga boyuna sahip radyasyon ile incelenmişlerdir. Sığır etine katılan domuz, trim artıkları ve sakatat sırasıyla R^2= 0,96; 0,94 ve 0,95 doğruluk oranı ile saptanmıştır. Tespit edilebilen limitlerin standart sapması kütlece sırasıyla %5,39; %5,12 ve %2,08 olarak bulunmuştur (Morsy ve Sun, 2013).

Ette yapılan tağşişler dünyanın çeşitli bölgelerinde görülebilmektedir. 2013 yılında İngiltere ve İrlanda'da sığır hamburger etlerine at ve domuz etlerinin tağşiş olarak eklendiği görülmüştür. Bu olay kitle iletişim araçlarında da "at eti skandalı" olarak yer bulmuştur. Bu burger etlerinin İngiltere ve İrlanda'dan sonra 13 farklı Avrupa ülkesinde de görüldüğü belirtilmiştir. Et ve ürünlerindeki tağşişler sadece hayvansal kaynaklı protein kaynakları ile olmamakta bunun yanında bitkisel kaynaklı protein kaynakları da kullanılmaktadır. Hem hayvansal hem de bitkisel protein kaynakları ile yapılan tağşişi tespit etme amaçlı yapılan bir çalışmada; sığır, domuz ve tavuk etleri ayrıca bitkisel protein kaynakları olarak dokulu bitkisel protein (TVP) ve buğday gluteni (BG) kullanılmıştır. Numuneler sığır eti + domuz eti, sığır eti + tavuk eti, sığır eti + TVP, sığır eti + BG, domuz eti + TVP ve sığır eti + domuz eti + TVP içerecek şekilde hazırlanmıştır. Çalışmada 200 – 1100 nm ve 900 – 1700 nm dalga boyunda elektromanyetik radyasyon kullanılmıştır ve sonuç olarak tağşişli numuneler %96 doğrulukla belirlenebilmiştir (Rady ve Adedeji, 2018).

Kızılötesi spektroskopik analizin homojenize edilmiş ve kızılötesi ışığa geçirgen ambalaj malzemeleri ile ambalajlanmış gıdaların, ambalaj bütünlüklerini bozmadan analizlerini gerçekleştirilip gerçekleştiremediğinin tespiti için de yapılan çalışmalar literatürde mevcuttur. Bu doğrultuda Tayvan'da işlenmiş et ürünleri arasında çok meşhur olan ve "Mu-Yor" olarak adlandırılan domuz sosisleri kullanılmıştır. Bu sosislerin kılıfları kızılötesi radyasyona geçirgen naylon – polietilen malzemeden üretilmiştir. Sosislerin kılıflarının kalınlıkları 30µ ile 80 µ arasında değişen değerlerde ölçülmüştür. Plastik kılıfın varlığı kızılötesi spektrumlarda ölçümü değiştirecek piklere neden olmamıştır. 4000 ile 12,500 cm^{-1} dalga sayısına sahip kızılötesi radyasyonun kullanıldığı çalışmanın sonucunda ambalaj bütünlüğü bozulmamış sosislerden de sosislerin nem, protein, yağ, kül ve karbonhidrat oranları tayini yapılabileceği ispatlanmıştır (Ritthiruangdej vd., 2011).

Kızılötesi Spektroskopinin Geleceği

11 Eylül 2001 tarihinde New York şehrindeki Dünya Ticaret Merkezi'nin bir terör eylemi sonrasında yıkılmasının ardından patlayıcılar ve kimyasal tehditlerin hızlı analizi çok büyük önem kazanmıştır. Bu tarihten sonra portatif optik spektroskopi cihazlarının



Şekil 1. Tasarımı Cep Telefonlarına Entegre Edebilmek için Optimize Edilmiş Mikrospektrometre (Pügner vd., 2016)

geliştirilmesi bir ivme kazanmıştır. Bu tip cihazların 2016'da ki pazar payı 170 milyon doları (yaklaşık 44.000 cihaz) bulmuştur ve 2021 yılında 297 milyon dolara (yaklaşık 168.000 cihaz) ulaşması beklenmektedir (Crocombe, 2018).

Portatif spektroskopik cihazlar detektör, işlemci, ekran, enerji kaynağı (pil) ve yazılım gibi cep telefonlarında zaten hazır olarak bulunan bileşenlerden oluşmaktadır. Bu yüzden portatif spektroskopik cihazların cep telefonlarına entegrasyonları son zamanlarda yaygınlaşmıştır. Cep telefonlarına entegre edilen spektroskopik cihazlar sağlık (kılcal damarların dağılımı ve kan akımının durumu), çevre (hava kirliliği ölçümü), tarım ve gıda (meyvelerin olgunlaşma derecelerinin ölçümü) gibi sektörlerde de kullanım alanı bulmuştur. Bu cihazların günlük hayata daha çok girmesi ile çok zaman alan, ekonomik maliyeti yüksek olan, eğitilmiş personele ihtiyaç duyan ve çevreye zararlı atıklar üreten rutin analiz metotları yerini bu tip analizlere bırakabilecektir. Ayrıca gelişmekte olan ülkeler için bu tip mobil analiz cihazları bir fırsat olarak ortaya çıkmaktadır (Rateni vd., 2017).

Günümüzde 15x14x10 mm boyutlarında (toplam hacmi 2,1 cm^3'ü geçmeyen) spektrometre geliştirilmiştir. Bir küp şekere yakın boyutlarda, 8,4 gr ağırlığında ve 1,9W güç tüketimine sahip spektrometrede ölçümler gerçekleştirilmiştir. Cep telefonuna entegre edilmesi planlanan bu spektrometrede ekonomik olarak avantajlı olduğundan Czerny – Turner dizaynı seçilmiştir. Spektrometrenin duyarlı olduğu dalga boyu aralığı 950 – 1900 nm olarak seçilmiştir. Bu dalga boyu bandının seçilmesinde bu dalga boyuna sahip kızılötesi radyasyonun numune içine girişiminin daha iyi olması (numuneyi daha iyi temsil edebilmesi) bunun yanında organik numunelerin analizleri planlandığından dolayı suyun belirgin kızılötesi dalga boyu olan 1446 nm ve karbon bileşiklerinin belirgin kızılötesi dalga boyu olan 1650 – 1800 nm dalga boyu bandını içermesidir (Pügner vd., 2016).

Mikrospektrometrenin cep telefonlarına entegre edilebilmesi için kalınlığının 0.6 mm'yi geçmemesi gerektiği bildirilmiştir. Bu yüzden bahsedilen

mikrospektrometrenin tasarımında optimizasyona gidilmiş, bütünleşik ışık kaynakları eklenmiş ve kalınlığı 0,6 mm'yi, toplam hacmi ise 0,8 cm^3'ü geçmeyen spektrometre tasarlanmıştır. Tasarım aşamasında olan bu yeni spektrometrenin şemazite hali Şekil 1'de sunulmuştur (Pügner vd., 2016).

SONUÇ

Son yıllarda kitle iletişim araçlarında yer alan gıda kaynaklı haber ve bilgilendirmeler nedeniyle tüketiciler gıdaların doğrulanmasını daha çok talep eder hâle gelmişlerdir. Ayrıca hem gıda üretiminde yaşanan rekabetten dolayı hem de resmi merciler tarafından belirlenen kriterlere uyma zorunluluğundan ötürü üreticiler belirli kaliteye sahip ürünleri üretmek durumundadırlar. Gıda üreticileri için ürettikleri gıdaların belirli kalite standartlarına sahip olduklarının kontrolü (örneğin yağ oranı gibi) çok büyük önem taşımaktadır. Klasik yöntemle yağ tayini en az iki – üç saat süren ekstrasyon yöntemi ile yapılmaktadır. Bu sırada üretilmiş ürünlerin analizleri uygun çıkmadığı halde bu süre boyunca üretilmiş olan tüm ürünlerin tekrardan üretim bandına girmeleri gerekmektedir. Bu süre boyunca gıdaların hem depolama maliyeti hem de işçilik maliyetleri artmaktadır. Kızılötesi spektroskopi yöntemi ile yağ tayini saniyeler içinde gerçekleşebilmektedir. Dolayısı ile gıdaların üretim maliyetini düşürmede kızılötesi spektroskopi analiz yöntemi katkı sağlamaktadır.

Kızılötesi spektroskopi yönteminin klasik yöntemlere göre öne çıkan avantajları vardır. Bunlar: Analizlerin çok hızlı (saniyeler içinde) gerçekleştirilebilmesi, aynı anda birden fazla analizi gerçekleştirebilmesi, analiz maliyetinin çok düşük olması, ürünün bütünlüğünü bozmadan hatta ambalajını bile açmadan (şeffaf plastik ambalaj ile ambalajlanmış ise) analizi gerçekleştirebilmesi, numune hazırlama basamağının çok kısa ve basit oluşu, yüksek derecede yetişmiş teknik personele ihtiyaç duymaması, analiz sırasında kimyasal sarfiyatı olmadığı için çevreye zararının minimum düzeyde olmasıdır. Kızılötesi spektroskopi yönteminin dezavantajları ise: Profesyonel düzeyde bir spektroskopi cihazının ilk kurulum maliyetinin yüksek olması, kalibrasyon modellerinin geliştirilmesi için uzun zaman ve önemli miktarda yatırıma gerek duyulması, spektrometrelerin optik özellikleri nedeniyle bir cihazdaki kalibrasyon modellerinin başka cihazlarda kullanılamayışı ve melamin gibi bazı ülkelerde çok sıkı denetime sahip kimyasalların analizlerinde yeterli hassasiyeti sağlayamamasıdır.

KAYNAKLAR

Adapa, P. K., Karunakaran, C., Tabil, L. G. ve Schoenau, G. J. (2009). Potential applications of infrared and Raman spectromicroscopy for agricultural biomass. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal.*

Alamprese, C., Amigo, J. M., Casiraghi, E. ve Engelsen, S. B. (2016). Identification and quantification of turkey meat adulteration in fresh, frozen-thawed and cooked minced beef by FT-NIR spectroscopy and chemometrics. *Meat Science, 121*, 175–181. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.018

Atkins, P. ve Paula, J. de. (2013). Elements of Physical Chemistry. OUP Oxford.

Ballin, N. Z. ve Lametsch, R. (2008). Analytical methods for authentication of fresh vs. Thawed meat – A review. *Meat Science, 80*(2), 151–158. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.12.024

Collell, C., Gou, P., Picouet, P., Arnau, J. ve Comaposada, J. (2010). Feasibility of near-infrared spectroscopy to predict aw and moisture and NaCl contents of fermented pork sausages. *Meat Science, 6.*

Crocombe, R. A. (2018). Portable Spectroscopy. *Applied Spectroscopy, 72*(12), 1701–1751. https://doi.org/10.1177/0003702818809719

Ertugay, M. ve Başlar, M. (2011). Gıdaların kalite özelliklerinin belirlenmesinde yakin kizilötesi (NIR) spektroskopisi. *Gıda , 36* (1) , 49-54.

Gangidi, R. R., Proctor, A. ve Pohlman, F. W. (2003). Rapid Determination of Spinal Cord Content in Ground Beef by Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *Journal of Food Science, 68*(1), 124–127. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb14126.x

Gangidi, R. R., Proctor, A., Pohlman, F. W. ve Meullenet, J. -F. (2006). Rapid Determination of Spinal Cord Content in Ground Beef by Near-Infrared Spectroscopy. *Journal of Food Science, 70*(6), c397–c400. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb11436.x

Grunert, T., Stephan, R., Ehling-Schulz, M. ve Johler, S. (2016). Fourier Transform Infrared Spectroscopy enables rapid differentiation of fresh and frozen/thawed chicken. *Food Control, 60*, 361–364. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.08.016

Hart, J. R., Norris, K. H. ve Golumbic, C. (1962). Determination of the Moisture Content of Seeds by Near-Infrared Spectrophotometry of Their Methanol Extracts. *Cereal Chemistry, 39*, 94–99.

Kodogiannis, V. S., Kontogianni, E. ve Lygouras, J. N. (2014). Neural network based identification of meat spoilage using Fourier-transform infrared spectra. *Journal of Food Engineering, 142*, 118–131. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.06.018

McDevitt, R. M., Gavin, A. J., Andrés, S. ve Murray, I. (2005). The Ability of Visible and near Infrared Reflectance Spectroscopy to Predict the Chemical Composition of Ground Chicken Carcasses and to Discriminate between Carcasses from Different Genotypes. *Journal of Near Infrared Spectroscopy,* 13(3), 109–117. https://doi.org/10.1255/jnirs.463

Morsy, N. ve Sun, D. -W. (2013). Robust linear and non-linear models of NIR spectroscopy for detection and quantification of adulterants in fresh and frozen-thawed minced beef. *Meat Science, 93(*2), 292–302. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.09.005

Mourot, B. P., Gruffat, D., Durand, D.,

Chesneau, G., Mairesse, G. ve Andueza, D. (2015). Breeds and muscle types modulate performance of near-infrared reflectance spectroscopy to predict the fatty acid composition of bovine meat. *Meat Science, 99,* 104–112. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.08.014

Norris, K. H. (1996). History of NIR. *Journal of Near Infrared Spectroscopy, 4*(1), 31–37. https://doi.org/10.1255/jnirs.941

Pico, Y. (2012). Chemical Analysis of Food: Techniques and Applications. Elsevier. https://doi.org/10.1016/C2010-0-64808-5

Prieto, N., Juárez, M., Larsen, I. L., López-Campos, Ó., Zijlstra, R. T. ve Aalhus, J. L. (2015). Rapid discrimination of enhanced quality pork by visible and near infrared spectroscopy. *Meat Science, 110*, 76–84. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.07.006

Prieto, N., Pawluczyk, O., Dugan, M. E. R. ve Aalhus, J. L. (2017). A Review of the Principles and Applications of Near-Infrared Spectroscopy to Characterize Meat, Fat, and Meat Products. *Applied Spectroscopy, 71*(7), 1403–1426. https://doi.org/10.1177/0003702817709299

Prieto, N., Dugan, M. E. R., Juárez, M., López-Campos, Ó., Zijlstra, R. T. ve Aalhus, J. L. (2018). Using portable near-infrared spectroscopy to predict pig subcutaneous fat composition and iodine value. *Canadian Journal of Animal Science, 98*(2), 221–229. https://doi.org/10.1139/cjas-2017-0033

Pügner, T., Knobbe, J. ve Grüger, H. (2016). Near-Infrared Grating Spectrometer for Mobile Phone Applications. *Applied Spectroscopy, 70*(5), 734–745. https://doi.org/10.1177/0003702816638277

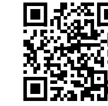
Rady, A. ve Adedeji, A. (2018). Assessing different processed meats for adulterants using visible-near-infrared spectroscopy. *Meat Science, 136,* 59–67. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.10.014

Rateni, G., Dario, P. ve Cavallo, F. (2017). Smartphone-Based Food Diagnostic Technologies: A Review. *Sensors, 17*(6), 1453. https://doi.org/10.3390/s17061453

Ritthiruangdej, P., Ritthiron, R., Shinzawa, H. ve Ozaki, Y. (2011). Non-destructive and rapid analysis of chemical compositions in Thai steamed pork sausages by near-infrared spectroscopy. *Food Chemistry, 129*(2), 684–692. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.110

Sun, D. -W. (Ed.). (2009). Infrared Spectroscopy for Food Quality Analysis and Control. Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374136-3.00025-0

Thyholt, K. ve Isaksson, T. (1997). Differentiation of frozen and unfrozen beef using near-infrared spectroscopy. *J. Sci. Food Agric., 73*, 525-532. https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0010(199704)73:4<525::aid-jsfa767>3.0.co;2-c



Derleme (Review)
Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi, (1), 63-79.

Sığırlardan Elde Edilen Besinlerden Kaynaklanan Başlıca Zoonotik Hastalıklar

Major Zoonotic Diseases Arising From The Food From Cattle

İsmail Erim KÖSEOĞLU[1]*, Ahmet GÜNER[2]
[1]Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü / Ankara
[2]Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD / Konya
[1]ORCID: 0000-0001-7924-8209, [2]ORCID: 0000-0001-9661-555X

***Sorumlu Yazar :** ierim.koseoglu@esk.gov.tr **Geliş Tarihi :** 22.02.2021 **Kabul Tarihi :** 26.03.2021

ÖZET

Türkiye'de kırmızı et ihtiyacı büyük oranda sığır etiyle, süt ihtiyacı da inek sütüyle karşılanmaktadır. Türkiye'de kırmızı et üretiminde sığır etinin koyun, keçi ve manda gibi diğer kırmızı et kaynağı hayvan türlerinden elde edilen etlerin toplamına oranı 1990'lı yıllarda %65 iken günümüzde %90'ın üzerindedir. Ayrıca günümüzde süt ve süt ürünleri üretimi %90'ın üzerinde oranla inek sütünden karşılanmaktadır. Sığır eti ve inek sütü üretimlerindeki yüksek oranlar bu besinlerden kaynaklanan zoonotik hastalıklara maruz kalma riskini artırmakta ve bu durum önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Enfeksiyon, İnek sütü, Sığır eti, Zehirlenme, Zoonoz

ABSTRACT

The meat and milk needs in Turkey greatly are met with dairy beef and with cow's milk. While the ratio of beef to total of other red meat derived from other animal species such as sheep, goat and water buffalo in red meat production was 65% in 1990; nowadays it is over 90%. In addition, more than 90% of milk and dairy products are produced from cow's milk today. High rates of beef and cow milk production increase the risk of exposure to zoonotic diseases caused by these foods and this is therefore important.

Keywords: Beef, Cow's milk, Infection, Poisoning, Zoonosis

GİRİŞ

Beden ve ruh sağlığı açısından sağlıklı nesillerin var olması ve devamı ancak hayvansal kaynaklı besinlerin yeterli, dengeli ve devamlı tüketilmesiyle mümkündür. Hayvansal kaynaklı besinlerin üretimi, muhafazası, taşınması diğer besinlere oranla daha zor ve yüksek maliyetlidir. Tüm bu zorluklara karşın insanların büyük bir çoğunluğu hayvansal kaynaklı besinleri tüketebilmek için özel bir çaba içindedirler. Hayvansal kökenli besin endüstrisi özellikle son 30-40 yıl içerisinde çok hızlı gelişmiştir. Bunun sonucunda bu besinlerin üretim teknolojileri ve muhafazaları önemli değişikliklere

uğrayarak, çeşitlilikleri ve dayanıklılık süreleri büyük ölçüde artmıştır. Fakat buna paralel olarak kontamine olma ihtimalleri de o ölçüde artmıştır (Demirer, 1988).

Hayvancılık bilhassa sığır yetiştiriciliği, tarımı gelişmiş ülkelerde bu sektörün en önemli faaliyetlerinden birini teşkil eder. Esasen sığır, insanoğlunun ilkel yaşantısından itibaren hayat tarzını etkileyen ve bu tesirini bugün de devam ettiren hayvan türlerinden birisidir (Anonim, 1993). Ülkemizde toplam kırmızı et üretimi içerisinde sığırlardan elde edilen etin payı yaklaşık %90'ın üzerindedir (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2019a). Ayrıca kesime sevk edilen sığırların karkas ağırlıkları ve karkas randımanının özellikle 1990 yılından sonra çok büyük artışlar kaydettiği gözlemlenmektedir (Odabaşıoğlu ve Keleş, 1995). Ülkemizde toplam süt üretimi içerisinde inek sütünün payı da %90'ın üzerindedir (TÜİK, 2019b). Sığırlardan elde edilen besinler; bilhassa menşeinden itibaren bulundurabilecekleri ya da sonradan bulaşan bakteri, parazit, virüs, riketsiya, mantar ve diğer etkenlerden dolayı insanlara bulaşabilmekte ve hastalıklara sebep olabilmektedir (Demirer, 1988; Tekinşen, 1984).

Zoonozların Tanımı ve Sınıflandırılması

İnsanlarla hayvanlar arasında birbirine geçiş ve yayılma gösteren hastalıklara "zoonoz hastalıklar" adı verilir. Zoonoz terimini ilk olarak 1821-1902 yılları arasında yaşamış Alman doktor patolog Rudolf Virchow bulmuştur (Greek, 2012; Hiçcan, 2017). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), zoonoz hastalıkları ve enfeksiyonları doğal koşullarda omurgalı hayvanlar ve insanlar arasında birbirine bulaştırılabilen hastalıklar olarak tanımlamıştır (Dinçer ve Sarımehmetoğlu, 2011; İmren ve Şahal, 1988).

Zoonozlar konakçılarının insan ve hayvan olmasına göre üç gruba ayrılırlar (Food and Agriculture Organization/World Health Organization [FAO/WHO], 1967; İmren ve Şahal, 1988).

Zooantroponoz: İnsanlardan omurgalı hayvanlara geçen enfeksiyonlardır. Difteri ve sığır sistiserkozu bu gruba örnek olarak verilebilir.

Antropozoonoz: Hastalığın bulaşma kaynağını hayvanlar teşkil eder ve insanlarda hastalıklara neden olur. Çeşitli hayvansal ürünler bulaşma kaynağını oluşturur ve tüketimi neticesinde insanlarda hastalıklara neden olur. Salmonellozis, brusellozis ve listeriozis bu grupta yer almaktadır.

Amfiksenoz: Hayvan ve insanların her ikisi arasında karşılıklı geçebilen enfeksiyonlara denir. Streptokokkus enfeksiyonu bu grup içinde olduğu mütalaa edilmektedir.

Zooantroponoz, antropozoonoz ve amfiksenoz tanımları yalnızca enfeksiyonların bulaşma yönünü belirler ve zoonozlar için sinonim olarak kulanılamazlar (Dinçer ve Sarımehmetoğlu, 2011; İmren ve Şahal, 1988). Hayvanlardan insanlara bulaşan zoonoz (antropozoonoz) hastalıklar iyi bilinse de zooantroponoz hastalıklar çok bilinmez.

Zoonozlar, zoonotik etkenlerin biyolojik sikluslarına göre dört grup altında sınıflandırılırlar (FAO/WHO, 1967).

Tablo 1. İnsanlara bulaşan tüm mikroorganizmalar içinde zoonotik patojenlerin oranı

Patojen	**Toplam Enfeksiyon**	**Zoonotik Enfeksiyon**	**Zoonotik Enfeksiyon %**
Virüs-Prion	217	165	%76
Bakteri-Riketsia	518	269	%50
Mantar	307	113	%37
Protozoalar	66	43	%65
Helmintler	287	278	%97
Toplam	**1415**	**868**	**%61**

Direkt zoonozlar: Temas, herhangi bir vasıta veya mekanik bir aracı ile omurgalıdan omurgalıya geçerler. Etken geçişme sırasında çoğalma ve gelişme gibi bir değişikliğe uğramaz. Direkt zoonozlara kuduz, trişinoz ve bruselloz örnek olarak verilebilir.

Siklo-zoonozlar: Biyolojik sikluslarını tamamlayabilmek için birden fazla omurgalı konakçıya ihtiyaç duyan zoonotik enfeksiyon etkenlerinin oluşturduğu enfeksiyonlardır. Tenya ve ekinokoklar bu grup içinde yer almaktadır.

Metre-zoonozlar: Biyolojik sikluslarını omurgasız ara konakçıda tamamladıktan sonra hassas omurgalıya geçerler. Arbovirüsler bu gruba örnek olarak verilebilir.

Sapro-zoonozlar: Son omurgalı konakçı ile toprak ve bitkiler gibi hayvan olmayan ara konakçıya gereksinim duyarlar. Mantarlar sapro-zoonozdur.

Zoonozlar ayrıca etiyolojilerine göre, bakteriyel, viral, riketsiyal, fungal, protozoal ve helmintik olarak sınıflandırılmaktadır

Tablo 2. Hayvanlardan ve hayvansal kaynaklı gıdalardan insanlara bulaşan başlıca zoonotik hastalıklar

İnfeksiyon	**Etken**	**İnsanda Oluşma Şekli**	**Prognozu**
Bakteriyel			
Antraks	Bacillus anthracis	Sporadik	Ciddi
Brusellozis	Brucella abortus	Sporadik	Ciddi
Tüberkülozis	Mycobacterium bovis	Sporadik	Ciddi
Salmonellozis	Salmonella türleri	Sporadik	Ciddi
Leptospirozis	Leptospira bovis	Sporadik	Ciddi
Listeriozis	*Listeria monocytogenes*	Sporadik	Ciddi
Escherichia coli Enfeksiyonu	Escherichia coli	Sporadik	Ciddi
Viral ve Riketsiyal			
Şap	Virüs	Sporadik	Orta
Kuduz	Virüs	Sporadik	Öldürücü
Hepatitis A	RNA Virüs	Sporadik	Ciddi
Tick-Borne	RNA Virüs	Sporadik	Ciddi
Bovine Spongiform Encephalopathie (BSE)	Prion	Sporadik	Ciddi
Q humması	Coxiella burnetii	Sporadik	Ciddi
Paraziter			
Sistiserkozis	Cysticercus bovis	Sporadik	Orta
Sarkosporidioz	Sarcocystis bovihominis	Sporadik	Ciddi

(Demirer, 1988, Dinçer ve Sarımehmetoğlu, 2011). İnsanlar için bulaşıcı olan patojenlerin ve zoonotik patojenlerin etiyolojilerine göre dağılımları Tablo 1'de görülmektedir (Şahin, Nazlıcan ve Akbaba, 2019). İnsanlar için bulaşıcı olan tüm patojenlerin %61'i zoonotik patojendir (Taylor vd., 2001). Zoonozların bulaşma yolları; direkt temas, toz, damlacık enfeksiyonu ve kontamine gıdaların tüketimi neticesinde olur (Demirer, 1988).

Zoonoz hastalıklar gelişmiş ülkelerde oldukça düşük düzeylere indirilmiş olmasına karşın gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde halen kontrol altına alınamamıştır. Sığırlardan elde edilen besinler vasıtasıyla insanlara bulaşan zoonoz hastalıklar oldukça fazla sayıdadır ve kayda değer öneme sahiptir. Tablo 2'de sığırlardan, direkt ve indirekt olarak da sığırlardan elde edilen besinler vasıtasıyla insanlara bulaşabilen başlıca zoonoz hastalıklar görülmektedir (Brown, 1998; Demirer, 1988; Dinçer ve Sarımehmetoğlu, 2011; Food and Agriculture Organization/World Health Organization, World Organisation for Animal Health [FAO/WHO, OIE], 1983).

Antraks

Dünyanın her tarafında görülebilen tehlikeli bir zoonozdur (İmren ve Şahal, 1988). Antraks özellikle otçul hayvanlar olmak üzere evcil ve yabani hayvanların hemen hemen hepsinde görülebilen çoğunlukla sporadik, zaman zaman enzootik seyir gösteren bir hastalıktır (Demirer, 1988; FAO/WHO OIE, 1983). WHO tarafından 1992 yılında antraks için emerging zoonosis "önem kazanan zoonoz" adıyla bir tanımlama daha yapılmıştır (Ateş Özcan, 2019).

Etken hareketsiz, aerob, spor oluşturan, gram pozitif bir mikroorganizma olan Bacillus anthracis'tir (Arda vd., 1982). Etken çevrede oldukça dayanıklı olan spor şekillerini oluşturur. İnsanlara en çok hastalıklı hayvanlarla temas, kontamine et, süt ve bunların ürünleriyle geçer. İnsanlardaki inkübasyon süresi, birkaç saat ile birkaç gün arasında değişir (Arda vd., 1982; Demirer, 1988). Etken insanlarda, derideki lezyonlardan girdiğinde çıbanlara, inhalasyon yolu ile girdiğinde pnömoniye, oral yol ile alındığı zaman sindirim sistemi bozukluklarına neden olur (Demirer, 1988; Tekinşen, 1984). Kutanöz (deri) şarbonu rapor edilen insan, şarbon vakalarının yaklaşık %95'ini oluşturmakta olup, aerosol atağı sonucu da gelişebilir (Anonim, 2014; Ateş Özcan, 2019).

Brusellozis

Brusella dünya genelinde özellikle gelişmekte olan ülkelerde önemini koruyan bir hastalıktır (Şahin vd., 2019). Brusellozis, bir yetiştirme hastalığı olarak hayvancılık sektöründe büyük ekonomik kayıplara neden olduğu gibi insan sağlığınıda önemli ölçüde etkiler (Tekinşen, 1984). Sığır brusellozisi, Brucella abortus bang tarafından meydana getirilen akut ve kronik seyirli enfeksiyöz bir hastalıktır (Arda vd., 1982; Demirer, 1988; İmren ve Şahal, 1988).

Hastalık insanlara, başlıca hayvanlarla temas ve enfekte hayvanlardan elde edilen uygun ısı uygulanmamış besinlerin tüketimi ile geçer. Etken bu ürünlerde uzun süre canlı kalabilmektedir. Hastalıkta kuluçka süresi, 1-3 haftadır.

Tablo 3. 1986 Kıtalara göre brusellozis dağılımı

Kıta	Brucellozis Tanımlanmış Ülke Sayısı	Brucellozis Tanımlanmamış Ülke Sayısı	Yeterli Veri Bulunmayan Ülke Sayısı	Toplam
Afrika	42	4	8	**54**
Amerika	26	7	4	**37**
Asya	27	6	9	**42**
Avrupa	18	12	0	**30**
Okyanusya	6	4	1	**11**
Rusya	1	-	-	**1**
Toplam	**120**	**33**	**22**	**175**

İnsanda önce baş ağrısı, ateş ve halsizlik ile kendini belli eder, kas ve eklem ağrıları, sindirim bozuklukları, terleme ve dalgalı bir formda ateş görülür. Hastalık sağaltılmadığı takdirde kalp, akciğer, dalak, testis, uterus, sinir sistemi, eklem ve omurgalarda yangı meydana gelir (Arda vd., 1982; Demirer, 1988; Tekinşen, 1984).

İnsanlarda hastalık kaynağı genellikle (%80 ve üzeri) süt ve süt ürünleridir. Brucella suis ve Brucella melitensis inek sütü ile taşınmaktadır ve halk sağlığını tehdit etmesi açısından önem arz etmektedir (Kuyucuoğlu, 2011).

Sığır brusellozu 175 ülkeden 120'sinde görülmektedir. Bunlardan 33 ülkede hastalık bulunmamakta, geriye kalan 22 tanesinde de yeterli veri bulunmamaktadır. Tablo 3'de brucellozisin dünya da kıtalara göre dağılımları görülmektedir (Nielsen ve Duncan, 1990).

Tüberkülozis

Tüberküloz, Mycobacterium tuberculosis'in hominus ve bovis tiplerinin insan dahil, evcil (örn., sığır, koyun, keçi, köpek ve kedi) ve yabani hayvanlarda oluşturdukları önemli bir zoonotik hastalıktır (Arda vd., 1982; Tekinşen, 1984). Ülkemizde ihbari mecburi ve tazminatlı hastalıklar listesinde yer alan sığır tüberkülozu zoonotik patojen olmasının yanı sıra ölümlere ve verim düşüklüğüne neden olduğundan büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır (İssi ve Gül, 2019).

Tüberkülozisin sığır tipi insanlara, enfekte hayvanlarla yakın temasla ve enfekte hayvanlardan elde edilen süt ve etlerin pişirilmeden ve pastörize edilmeden tüketilmesiyle geçer (Ayele, Neill, Zinsstag, Weiss ve Pavlik, 2004). Hastalığın et ve ürünleriyle insanlara geçişi süte nazaran daha azdır. Bunun sebebi, ülkelerin çoğunda veteriner hekimler tarafından yapılan et muayenesinin zorunlu kılınmış olmasıdır. Sığır tüberkülozisi eradikasyon programları ile birlikte et ve süt hijyeninin iyi uygulandığı ülkelerde sorun olmaktan çıkmıştır. Buna karşın az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çoğunda halk sağlığı açısından halen büyük bir sorundur (Tekinşen, 1984).

Salmonellozis

Salmonellozis, Salmonella soyunda-

ki tüm mikroorganizmaların insan ve omurgalı hayvanlarda oluşturdukları önemli bir zoonozdur. Hastalık ayrıca insandan insana veya hayvandan insana doğrudan geçebildiği gibi insandan hayvana da bulaşabilmektedir. Salmonella soyunun yaklaşık 2200 serotipi bulunmaktadır. Ancak salmonellozis vakalarının çoğuna yaklaşık 50 serotip sebep olmaktadır (Alkan vd., 1991).

Salmonella serotipleri yüksek düzeyde morbidite ve mortaliteye sebep olabilmekle birlikte kontamine ettikleri gıdaların tüketimiyle hafif ya da şiddetli gıda enfeksiyonlarına neden olabilirler (Acaröz vd., 2018; Kahraman, Ozmen, Ozinan ve Omer Goksoy, 2010; Scallan vd., 2011; Yıldırım vd., 2016). Salmonella serotipleri gıdalara çeşitli yollar ile bulaşabilmekte ve özellikle Salmonella taşıyıcısı çiftlik hayvanlarının gıda üretiminde kullanılmasıyla, bu hayvanlardan elde edilen süt, et, yumurta gibi ürünler kontamine olarak başlıca bulaşma kaynağını oluşturmaktadır (Finstad vd., 2012; Sağlam ve Şeker, 2016). Bu nedenle hayvansal kaynaklı gıdalar, Salmonella türlerinin en yaygın olarak bulunduğu gıdaların başında gelmektedir (Kaynar, 2011). Gelişmiş ülkelerde hayvansal kökenli, özellikle ticari olarak yarı işlenmiş besinler kontaminasyon kaynağını oluştururlar (Alkan vd., 1991; Tekinşen, 1984). Salmonella enfeksiyon kaynağının %50'den fazlasını Amerika Birleşik Devletlerinde sığır eti, İngilterede kanatlı eti, kuzey batı Avrupa ülkelerinde kanatlı ve domuz eti oluşturmaktadır (Alkan vd., 1991; Demirer, 1988). Türkiye'de inek sütlerinde yapılan çalışmalarda çiğ sütlerin Salmonella spp için önemli bir kontaminasyon kaynağı olduğu görülmektedir (Issa vd., 2010). Salmonella enfeksiyonları insanlarda ateş, karın ağrısı, mide bulantısı, kusma ve ishal gibi klinik semptomlara neden olurlar (Acaröz vd., 2018; Alkan vd., 1991; Demirer, 1988; Kahraman vd., 2010; Scallan vd., 2011; Yıldırım vd., 2016).

Leptospirozis

Leptospirozis, insan ve hayvanlarda çeşitli Leptospira türleri tarafından oluşturulan enfeksiyoz bir hastalıktır. Leptospiralar gram pozitif, sporsuz, kapsülsüz, sarmal biçiminde mikroorganizmalardır. Aerobik bir fizyolojik karaktere sahip olan leptospiralar için optimal üreme ısısı, 28-32 °C'dir.

Sığırlardaki leptospirozise genellikle, Leptospira grippotyphosa, L. pomona, L. icterohaemmorrhagiae ve L. canicola sebep olur (Arda vd., 1982).

İnsanlara hastalık genellikle enfekte hayvanlarla veya idrarlarıyla direkt temas ve enfekte hayvanların idrarlarıyla kontamine olmuş besinler ve su ile geçer (İnci vd., 2018). İnsandan insana geçiş önem arz etmemektedir. İnsanda yüksek ateş, kusma, mide bulantısı ve ağrılı gastroenteritis ile başlayan hastalık sonra hepatitis, nefritis ve menenjitle komplike olur. Ülkemiz sığırlarında sporadik olarak görülür (Tekinşen, 1984).

Listeriozis

Listeriozis, sığırlarda meningoensefalit, abort, septisemi ve mastit ile karakterize çok bulaşıcı zoonoz bir hastalıktır. Etken gram pozitif, kapsülsüz, sporsuz ve 20-25 °C'deki kültürlerinde 37 °C'deki kültürlerine nazaran daha fazla hareket eder (Arda vd., 1982).

Listeriozis, insanlarda meningo-ensefalit, abort, septisemi, deri ve mukozalarda lezyonlar ve konjuktivitle seyreden hastalıklara neden olur. Hayvan beslemesinde kullanılan silaj yemler, listerianın en önemli kaynağıdır. Hayvanlardan insanlara hastalığının geçişi, enfekte hayvanlarla yakın temas, et ve süt ürünleri vasıtasıyla ve kontamine olmuş bitkisel ürünlerle olmaktadır (Arda vd., 1982; Ergün, 1993; İnci vd., 2018).

Escherichia coli Enfeksiyonu

İlk defa 1885 yılında Dr. Theodor ESCHERICH tarafından tespit edilmiştir. E. coli, insan ve sıcak kanlı birçok hayvanın intestinal kanalındaki normal mikrofloranın önemli bir bölümünü oluşturur. Hayvanların çoğu yaşamlarının ilk gününde bağırsaklarında bu mikroorganizmayı bulundurur. Bebekler ise E. coli'yi annelerinden alırlar (Cliver ve Doyle, 1990). E. coli, bağırsaklardaki fakültatif anaerobik doğal floranın predominant bakterisidir ve intestinal fizyolojide önemli rol oynar (Doyle ve Padhye, 1989). Bundan dolayı, genellikle dışkıda mevcut olan bu bakteri çevrede yaygındır (Cliver ve Doyle, 1990). Enterobacteriaceae familyasında yer alır. Koliform bakterisidir. Koliform bakterisi olarak kabul edilen diğer türler doğal olarak toprakta bulunabildiğinden E. coli fekal kirlilik indikatörü olarak aranır (Dixon ve Hui, 1992; Halkman vd., 1994). İnsanlarda başlıca gastroenteritislere, böbrek ve beyinde patolojik ve fonksiyonel bozukluklara sebep olur (Güner, 2001).

Escherichia coli (E. coli), hem oluşturdukları toksinlerle intoksikasyona hem de hücresel artış ile enfeksiyon tipinde bir besin zehirlenmesine (Toksi-İnfeksiyon) sebep olur (Doyle ve Padhye, 1989; Orskow ve Neol, 1984; Pomeranz ve Hui, 1992).

Bu patojenin başlıca kaynağının daha çok genç sığırlar olmak üzere koyun, keçi, geyik, kuzu, tavuk, domuz, kedi, köpek ve martılar olduğu bildirilmektedir (Doyle ve Padhye, 1989; Silveira vd., 1999; Wang ve Doyle, 1998).

Pastörize edilmemiş veya uygun bir sterilizasyona tabi tutulmamış süt ve süt ürünlerinde değişik E. coli serotipleri tespit edilebilmektedir. Hayvanların kesim işlemleri esnasında özellikle derinin yüzülmesi ve iç organları çıkarılmasında karkasa bulaşarak et ve et ürünlerinin kontaminasyonuna yol açmaktadır (Güner, 2001).

E. coli (O157:H7) enfeksiyonlarının önemli bir kaynağı hayvansal orijinli gıdalardır. Bu patojenin geçişindeki başlıca gıdalar; sığır eti ve ürünleri ile işlenmemiş çiğ süt ve ürünleridir (Chapman vd., 1993; Cliver ve Doyle, 1990; Peacock vd., 2001; Reitsma ve Henning, 1996; Temelli, 2002).

E. coli, besin endüstrisinde çalışan işçilerin ellerinden, klorlanmamış kontamine sular ile besinlerin ve besin hazırlama ekipmanlarının teması, gübre olarak insan ve hayvan dışkısının kullanımı ile besinlere bulaşır (Doyle ve Padhye, 1989; Pomeranz ve Hui, 1992).

Şap

Şap hastalığı, sığır, domuz, koyun ve keçilerde ölümle sonuçlanabilen viral bir enfeksiyondur (Burgu, 1988; Cliver, 1994; Öztürk, 1993; Tekinşen, 1984). Viral partikülü küçük olup picorna virüsların alt grubundandır, RNA içerir ve asit ortamda

hızla inaktive olur (Arda vd., 1982; Öztürk, 1993).

Virüs, kısmen pişirilmiş, işlenmiş ve tütsülenmiş etler ve yetersiz pastörize edilmiş süt ürünleriyle insanlara geçebilir (Prempeh vd., 2001). Karkasta asitliğin gelişiminden virüsün etkilenerek inaktive olduğu bilinmesine rağmen virüs, karkasın lenf nodülleri, kemik iliği ve yağlarında uzun bir zaman enfeksiyöz kalır (Mebus vd., 1993). İnsandan insana hastalık geçmemektedir. İnsanların hastalığa yakalanabilmeleri için ya virüs sayısının ya da virulensinin çok yüksek olması gerekir. İnsanlarda hastalığın inkübasyon süresi, 2-6 gündür. Hastalıkta ateş, yorgunluk, keyifsizlik, baş, kollar ve bacaklarda ağrılar, ağız mukozasında kızarıklıklar ve ağrılı kesecikler oluşur (Burgu, 1988).

Hepatitis A

Hastalık aynı zamanda, bir tipi olan Hepatit A virüs (HAV)'ünden dolayı "hepatit A" olarak da bilinir (Banwart, 1989). İnsan hepatitis virüsünün bilinen 4 tipi (A, B, C, D)'nden yalnızca HAV parenteral olarak taşınır (Cliver, 1994; Cliver, 1997). Son zamanlarda hepatit E veya tip E olarak isimlendirilen hepatit virüsünün enterik formu belirlemiş ve su kaynaklı birçok salgında varlığı tespit edilmiştir. Enfeksiyöz hepatitis virüsleri RNA içeren bir virüstür, öncelikle Caliciviridae familyasında sınıflandırılmış fakat daha sonraları bu familyanın özelliklerini taşımadığı belirlenmiştir. Poliomyelitis etkenlerine karşı aşı geliştirildikten sonra da besin kaynaklı poliomyelitis vakalarının halen bir problem olarak devam ettiği dünyamızda besin kaynaklı enfeksiyöz hepatitis vakaları ortaya çıkmıştır (Cliver, 1994b). Hepatit A virüsü, su ve besin kaynaklı viral hastalıkların en çok bilinenidir ve virüs kaynağı olarak birçok besinle ilişkilidir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1989–1992 yılları arasında besin kaynaklı enfeksiyonlar arasında HAV, dördüncü sırada gösterilmiştir (Cliver, 1997).

HAV'ı genellikle fekal-oral yolla bulaşması yanında vücuttan fekal yolla atılmasından dolayı su ve besin kaynaklı salgınların ortaya çıkma riski de fazla olur. Deniz kabuklularının çiğ ya da az pişmiş olarak tüketimi hepatitisin en önemli kaynağıdır. Bulaşmada çilek gibi yumuşak meyvelerde önemli paya sahiptir (Appleton, 1990; Banwart, 1989).

Kuduz

Kuduz, insan ve kuşlar dahil bütün sıcak kanlı hayvanların duyarlı olduğu, akut seyirli ölümle sonuçlanan viral bir enfeksiyondur (Burgu, 1988; Gracey, 1986; Öztürk, 1993). Kuduz, dünya üzerinde Avustralya ve Yeni Zelanda hariç oldukça yaygındır. İngiltere'de en son kuduz vakası 1983 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nden getirilen bir köpekte görülmüştür. Son yıllarda Avrupa'da başta tilkiler olmak üzere köpekler, kediler, geyikler ve süt sığırlarında tehlikeli şekilde yayılmıştır. İngiltere, Norveç ve İsveç bu yayılmadan etkilenmemiştir. Avrupa'da 1977 yılından 1984'e kadar 29 kuduz vakası bildirilmesine rağmen Türkiye'de her yıl 30 ile 60 kadar insan kuduzu vakasına rastlanılmaktadır (Gracey, 1986).

Virüs enfekte canlıların beyin ve spinal kordunda yoğunlaşır, fakat daima salya, tükürük bezleri, bazen kanda ve çok az olarak da sütte bulunur. İnkübasyon süresi, 10 ile 209 gün arasında değişebilir (Burgu, 1988; Gracey, 1986; Öztürk, 1993). Kuduzlu sığırlardan elde edilen besinleri (süt, et ve ürünleri) tüketen insanların midelerine kadar olan sindirim kanalında herhangi bir lezyon yoksa hastalık meydana gelmez. Fakat hastalık etkeninin bu besinlerde bulunduğundan kuşku duyulduğunda asla tüketilmemelidir (Tekinşen, 1984).

Tick-Borne Ensefalitis

Bu hastalığın etkeni olan virüs, kenelerin ısırması sonucu enfekte olan inek ve keçilerin sütleri ile taşınarak insanları enfekte edebilir.

Virüs, RNA içeren virüslerdendir. İnkübasyon periyodu, 7-14 gündür. Ilımlı bir ateş, menenjitin değişik semptomları, ensefalit ve ensefalomyelit görülür. Bu semptomlar azalır ve ikinci fazda tekrar görülür. İyileşme uzun sürer ve yüksek oranda ölümler meydana gelebilir (Cliver, 1979).

Bovine Spongiform Encephalopathie (BSE)

Bovine Spongiform Encephalopathie (BSE) ergin sığırların merkezi sinir sistemini etkileyen yavaş seyirli ve öldürücü bir hastalıktır. Son yıllarda yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular, BSE etkeninin prion olduğunu desteklemektedir. Prion, nükleik asitleri modifiye eden uygulamalarda inaktive olmayan, protein yapısında, küçük enfeksiyöz partiküller olarak tanımlanmaktadır (Brown, 1998).

BSE hastalık etkeninin %95'ten fazlası Merkezi Sinir Sistemi (MSS) organlarında (beyin ve spinal kord) ve dorsal ganglion kökü olarak bilinen omurilik yakınlarındaki çevresel sinir sisteminde bulunduğu açıklanmıştır. Bu yüzden Avrupa Birliği (AB) Komisyonu yiyecek zincirlerinde BSE riski oluşturabilecek besinlerin yasaklanması konusunda kararlar almıştır. Temel olarak BSE etkeninin 12 ay ve üzeri yaşlarda bulunan sığır, koyun ve keçilerin beyin ve omuriliğinde odaklandığı belirtilmiştir (Kale vd., 2006).

Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF, 2001) sığırlar için BSE enfeksiyonun sadece kontamine et ve kemik ununun süt sığırı yemlerine katılmasıyla gerçekleştiği bildirilse de enfekte beyinin koyun ve sığırlara ağız yoluyla verilmesi sonucunda da hastalığın deneysel yolla oluşturulabileceği de rapor edilmiştir (Momcilovic ve Rasooly, 2000; United States Department of Agriculture [USDA], 1998). Enfeksiyon, sığır ve diğer otçul hayvanların yemlerine et veya et kemik unu katılmasının yasaklanmasıyla önlenebilmiştir. 1990 yılında tüm hayvan ve kanatlı yemlerine beyin, omurilik, timus ve bademcikler gibi özel sığır organlarının yada bunlardan üretilen protein kaynaklarının katılmasını engelleyen "Özel Sığır Sakatatlar Yasağı" getirilmiştir (MAFF, 2001).

İnsanlara BSE etkeninin bulaşmasında başta beyin olmak üzere BSE ile enfekte sakatatların yenilmesi ve etin mezbahada veya kasapta parçalanması sırasında BSE ile enfekte omurilikle temas eden bıçakların ete bulaşması sonucu

geçebileceği bildirilmektedir (Bauer vd., 1996; Buschmann vd., 2004).

BSE ile enfekte sinir dokuları içeren etlerin, diğer etlerle teması sonucunda bulaşma tehlikesinin arttığı bildirilmiştir (Kale vd., 2006). Bu nedenle sinir sistemi ile teması olabilecek etlerin dış yüzeylerinden ve mezbahanelerde çalışanların, çalışma aletlerinin ve yüzeylerinin bu risk materyali yönünden kontrol edilmesinin gerekli olduğu belirtilmiştir. AB komisyonunun kararına göre, mezbahanelerde kesilen her hayvanın baş bölgesindeki doku ve organlar kullanılarak test yapılması zorunluluk haline getirilmiştir (European Commission, 2001). Türkiye'de Hayvansal Gıdaların Resmi Kontrollerine İlişkin Özel Kuralları Belirleyen Yönetmeliğin 9. Maddesi, d bendinde yer alan "Resmi veya yetkilendirilmiş veteriner hekim; spesifik risk materyali ve diğer hayvansal yan ürünlere ilişkin mevzuata uygun olarak söz konusu ürünlerin uzaklaştırılması, ayrılması ve uygun durumlarda işaretlenmesini kontrol eder. Resmi veya yetkilendirilmiş veteriner hekim, sersemletme dahil kesim ve spesifik risk materyalinin uzaklaştırılması sırasında, spesifik risk materyali ile etin bulaşmasını engellemek için tüm gerekli önlemleri gıda işletmecisinin almasını sağlar" ifadesi bu konuda alınan önlemlerle hastalığın ne kadar önemli ve kontrol edilmesi gerektiğini göstermektedir (Hayvansal Gıdaların Resmi Kontrollerine İlişkin, 2011).

BSE hastalık etkeni dalak, timus, omurilik, dil hariç kafa, barsaklar, et ve sütlerde tespit edilmiştir (Momcilovic ve Rasooly, 2000; USDA, 1998). Hajmeer, Cliver ve Provost (2003) sığır etlerinde BSE risk materyali olan spinal kord dokularının varlığını, Agazzi vd. (2004) et ve et ürünlerinde BSE risk materyalini tespit etmişlerdir. Türkiye'de, Yeşilbağ ve Kalkan (2005) et ve et ürünlerinde BSE risk materyalinin varlığını araştırmışlar ve salam numunelerinde yüksek düzeyde BSE risk materyalinin varlığını tespit etmişlerdir. Kale vd. (2007) Akdeniz bölgesinde çiğ et ve işlenmiş et ürünlerinde BSE risk materyalinin varlığını araştırmışlar, salamlarda %17.5, sosislerde %12 ve çiğ etlerde %21.51 oranında pozitiflik belirlemişlerdir. Kale vd. (2012) geleneksel çiğ et ürünlerinden; 96 adet işlenmemiş köfte, çiğ köfte, pastırma ve işlenmiş et ürünlerden; 64 adet döner ve pişmiş köfte numunesinde BSE risk materyallerini incelemişlerdir. Araştırmada pastırma, döner ve pişmiş köftelerde BSE risk materyalleri tespit edilemezken, işlenmemiş köfte ve çiğ köftelerde düşük ve orta düzeylerde BSE risk materyalleri varlığını belirlemişlerdir.

Q Humması

Q humması koyun, sığır, keçi ve diğer hayvanlarda latent bir seyir izleyen, insanlarda ise akut ve bazen tehlikeli olabilen zoonoz bir hastalıktır. Etken, Coxiella burnetii'dir. Q humması ilk olarak Avustralya'nın Brisbane şehrinde mezbahane işçileri arasında lokal bir hastalık olarak ortaya çıkmıştır. Gerçek etken saptanıncaya kadar hastalık meçhul bir enfeksiyon (Q Fever) olarak tanınmıştır (Arda vd., 1982; Öztürk, 1993; T-W-Fiennes, 1978; Weiss ve Moulder, 1984).

Etken genellikle keneler vasıtasıyla yayılır (Arda vd., 1982; Cliver, 1979; T-W-Fiennes, 1978). İnsanlarda enfeksiyon hastalıklı hayvansal organlarla temas, idrar, dışkı yoluyla (Büke vd., 2006) ve kontamine sütün çiğ veya yeterince ısı işlemi uygulamadan direkt tüketimi neticesinde olur (Arda vd., 1982; Cliver, 1993; T-W-Fiennes, 1978). Coxiella burnetii, çiftlik, süt sanayi, mezbahane ve et paketlemede çalışan kişiler için potansiyel risk teşkil etmektedir (Büke vd., 2006). İnkübasyon periyodu, 14-26 gündür. Hastalık aniden beliren ateş, titreme, sıtma benzeri nöbetler, eklem ve bacak ağrıları ve başın ön kısmında şiddetli bir ağrı ile ortaya çıkar. Pnömoniye sebep olabilir ve laboratuvar testleri yapılmadan pnömoninin bir sebebi olarak gözden kaçabilir (Arda vd., 1982; Marmion, 1990; T-W-Fiennes, 1978).

Sistiserkozis-Tenyazis

Evcil hayvanlardan sığır ve domuzlarda sistiserkozis ve insanlarda da tenyazis olarak bilinen çok önemli zoonotik hastalıklardan birisidir. Hastalığın sığırlardaki etkeni, larva şekli olan Cysticercus bovis, insanlarda ise olgun şekli olan Taenia saginata'dır. Bu parazitin olgun şeklinin bilinen en önemli konakçısı insandır.

Hastalık insanlara başlıca bu hayvanlarla temas ve etkenin larva şeklini bulunduran etlerin çiğ ya da yeterli pişirilmemiş olarak tüketilmesiyle, hayvanlar ise enfekte insanların dışkılarıyla kontamine su, yem ya da otlarla enfekte olmaktadırlar (Kuş vd., 2013). Hastalık, insanlarda açlık hissi ile birlikte, kusma, mide bulantısı, ülser ve intestinal kolikler oluşturur. Taenia saginata büyüklüğüne rağmen insanlarda fazla patolojik değişikliklere sebep olmaz fakat nadiren sekuma yerleşerek apandisite yol açabilir. Hastalıktan korunmak için sığır etleri, merkezindeki ısı -3 °C'ye ulaştıktan sonra bu sıcaklık derecelerinde veya daha düşük sıcaklıklarda en az bir gün bekletildikten sonra tüketime sunulmalıdır (Güralp, 1981; Tekinşen, 1984). Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu tarafından sistiserk larvası içeren karkas etlerinin -10 °C'de 10 gün bekletilmesinin ardından tüketiminin gıda güvenliği açısından uygun olduğu belirtilmektedir (European Food Safety Authority [EFSA], 2005).

Sarkosporidioz

Hastalıkta ara konakçı olarak sığır, koyun, keçi ve domuzlar, son konakçı olarak da insan, kedi ve köpekler sayılabilir. Sığırlarda sarkosporidioz'un etkeni çok değişik olmakla birlikte en çok rastlanılan tür Sarcocystis bovihominis'tir (İmren ve Şahal, 1988).

İnsanların çiğ veya yeterli pişirilmemiş etleri yemelerinden 6-24 saat sonra akut hastalık belirtileri ortaya çıkar. İştahsızlık, kusma, karın ağrısı, ishal, terleme ve ara sıra ortaya çıkan dolaşım bozuklukları şeklindedir. Belirtiler bir gün içinde kaybolabilir. İnsanlarda 2-3 hafta sonra sporokistlerin en yoğun atılma döneminde tekrar ishal meydana gelir (İmren ve Şahal, 1988).

Zoonoz hastalıkların teşhisinde ve önlenmesinde kılavuzların geliştirilmesi ve yürütülmesi için özellikle veteriner halk sağlığı önderliğine ihtiyaç vardır (Cevizci ve Erginöz, 2008). Sığırlardan elde edilen

besinlerden kaynaklanan zoonoz hastalıklar riskini en az seviyeye indirmek için aşağıda sıralanan tedbirlerin alınıp uygulanmasında azami dikkat ve gayret gösterilmelidir.

- Süt ve besi sığırcılığında koruyucu hekimlik önlemleri alınmalıdır.
- Kesim öncesi muayene titizlikle uygulanmalıdır.
- Kesim hijyenine ve kesim sonrası yapılan muayeneye azami şekilde riayet edilmelidir.
- Karkaslar ve sütler tüketim veya ürüne işlendikleri merkezlere götürülünceye kadar soğuk zincirin kırılmadığı hijyenik bir ortamda muhafaza edilmelidir.
- Koruyucu hekimlik konusunda gerek üreticiler ve gerekse tüketiciler basın-yayın ve bilimsel etkinlikler vasıtasyla aydınlatılmalıdır.
- Et ve süt ürünleri işleme ünitelerinde çalışan kişilerin iş elbisesi giymesi, çalışma öncesi ve sonrasında ellerini iyice yıkaması ve dezenfekte etmesi gerekir.
- Et ve süt ürünleri üretiminde çalışan kişilerin her ay (en geç altı ayda bir) sağlık kontrolleri yapılmalı ve portör olarak tespit edilenler ayrılmalıdır.
- İşletmelerde fare ve haşerat mücadelesi yapılmalıdır.
- Üretim sonrası günlük ve haftalık, temizlik ve dezenfeksiyon programları titizlikle uygulanmalıdır.
- İşletmelerdeki içme ve kullanma sularının temiz olması sağlanmalıdır.

SONUÇ

Bütün dünya da olduğu gibi ülkemizde de et ve süt üretiminin büyük bir kısmının elde edildiği sığırlardan direkt ve endirekt olarak insanlara geçebilen zoonoz hastalıklardan korunmak; süt ve et sığırcılığının daha bilimsel ve entansif olarak uygulanması ve sığırlardan elde edilen besinlerin üretiminden tüketimine kadar olan bütün aşamalarda sağlık açısından güvenilirliği sağlayacak önlemlerin alınması ile mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

Acaröz, U., Recep, K., Gürler, Z., Arslan-Acaröz, D. ve Zemheri, F. (2018). Afyonkarahisar'dan toplanan çiğ manda sütlerinde salmonella spp. varlığının araştırılması. *Kocatepe Veteriner Dergisi, 11*(2), 180-185. https://doi.org/10.30607/kvj.417136

Agazzi, M.-E., Moreno, J. B., von Holst, C., Lücker, E. ve Anklam, E. (2004). Quantitative analysis of tissues of the central nervous system in food products by GFAP-ELISA test kit. Results of an interlaboratory study. *Food Control, 15*(4), 297–301. https://doi.org/10.1016/s0956-7135(03)00080-x

Alkan, M., Tekinşen, O. C. ve Keleş, A. (1991). Besin kaynaklı hastalıklar: Salmonellozis. Bursa II. Uluslararası Gıda Sempozyumu, 1-3 Ekim 1991, Bursa.

Anonim. (1993). Tarımsal Yapı ve Üretim DİE. Ankara: Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası.

Anonim. (2014). John Hopkins School of Public Health. Bacillus anthracis (Anthrax). UPMC Center for Health Security.

Appleton, H. (1990). Foodborne viruses. *Lancet, 336*(Dec. 1), 1362-1364.

Arda, M., Minbay, A. ve Aydın, N. (1982). Özel mikrobiyoloji, bakteriyel infeksiyöz hastalıklar. AO Basımevi, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, (386).

Ateş Özcan, B. (2019). Şarbon hastalığı ve önemi. *Sağlık ve Toplum, 1*, 27-31.

Ayele, W. Y., Neill, S. D., Zinsstag, J., Weiss, M. G. ve Pavlik, I. (2004). Bovine tuberculosis: an old disease but a new threat to Africa. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease, 8*(8), 924-937.

Banwart, G. J. (1989). Microorganisms associated with food. In Basic food microbiology (pp. 49-100). Boston, MA: Springer.

Bauer, N. E., Garland, T. ve Edwards, J. F. (1996). Brain emboli in slaughtered cattle. *Veterinary Pathology, 33*(5), 600.

Brown, P. (1998). On the origins of BSE. *The Lancet, 352*(9124), 252–253. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(05)60255-3

Burgu, İ. (1988). Özel Viroloji Ders Notları. İbrahim Burgu'ya ait 1988 yılı ders notları teksiri. Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji Anabilim Dalı, Ankara.

Buschmann, A., Biacabe, A. -G., Ziegler, U., Bencsik, A., Madec, J. -Y., Erhardt, G., Lühken, G., Baron, T. ve Groschup, M. H. (2004). Atypical scrapie cases in Germany and France are identified by discrepant reaction patterns in BSE rapid tests. *Journal of Virological Methods, 117*(1), 27–36. https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2003.11.017

Büke, Ç., Atalay, S., Tunçel, M., Arsu, G., Çiçeklioğlu, M. ve Türk, M. (2006). İzmir'in Ovacık beldesi'nde Q humması seroprevalansının kesitsel değerlendirilmesi. *İnfeksiyon Dergisi (Turkish Journal of Infection), 20*(3), 155-158.

Cevizci, S. ve Erginöz, E. (2008). İnsan sağlığı ile veteriner hekimlik uygulamalarının ilişkisi: "Veteriner Halk Sağlığı". *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 34*(2), 49-62.

Chapman, P. A., Siddons, C. A., Wright, D. J., Norman, P., Fox, J. ve Crick, E. (1993). Cattle as a possible source of verocytotoxin-producing Escherichia coli O157 infections in man. *Epidemiology and Infection, 111*(3), 439-447. https://doi.org/10.1017/s0950268800057162

Cliver, D. O., Riemann, H. ve Bryan, F. L. (Eds.). (1979). Viral infections in "Foodborne Infections and Intoxications". 2nd Ed., p.300. London: Academic Press Inc.

Cliver, D. O. ve Doyle, M. P. (Eds.). (1990). Foodborne Disease. Escherichia coli, 209-215. San Diego, California: Academic Press, Inc.

Cliver, D. O. (1994). Epidemiology of viral foodborne disease. *Journal of Food Protection, 57*(3), 263–266. https://doi.org/10.4315/0362-028x-57.3.263.

Cliver, D. O. (1994b). Viral foodborne disease agents of concern. *Journal of Food Protection, 57*(2), 176-178. https://doi.org/10.4315/0362-028X-57.2.176

Cliver, D. O. (1997). Virus transmission via food. *World Health Stat Q, 50*(1-2),

90-101.

Demirer, M. A. (1988). Besin Hijyeni Genel Bölüm Ders Notları. Mehmet Aziz Demirer'e ait 1988 yılı ders notları teksiri. Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.

Dinçer, B. ve Sarımehmetoğlu, B. (2011). Veteriner Hekimlik, Veteriner Halk Sağlığı. Ankara: Şafak Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti.

Dixon, D. E. ve Hui, Y. H. (ed.). (1992). Indicator Organisms: Detection and enumaration in foods. In "Encyclopedia of Food Science and Technology"., Inc., New York: John Willey and Sons.

Doyle, M. P. ve Padhye, V. V. (Eds.). (1989). Foodborne Bacterial Pathogens. Escherichia coli. Marcel Dekker, Inc., *Food Research Institute University of Wisconsin-Madison,* 236-270.

Doyle, M. P. ve Padhye, V. V. (Eds.). (1989). Foodborne Bacterial Pathogenes. Escherichia coli, (pp. 235-281). New York: Marcel Dekker, Inc.

Ergün, Ö. (1993). Gıda maddelerinde Listeria'lar bahsine genel bakış. Türk *Veteriner Hekim Derneği Dergisi, 5*(4), 41-43.

European Commission. (2001). Commission Regulation (EC No: 999/2001 OJ L 147 31/05/2001), (pp. 12-60).

European Food Safety Authority (EFSA). (2005). Opinion of the Scientific Panel on biological hazards (BIOHAZ) on the suitability and details of freezing methods to allow human consumption of meat infected with Trichinella or Cysticerc. *EFSA Journal, 3*(1), 142. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2005.142.

Finstad, S., O'Bryan, C. A., Marcy, J. A., Crandall, P. G. ve Ricke, S. C. (2012). Salmonella and broiler processing in the United States: relationship to foodborne salmonellosis. *Food Research International, 45*(2), 789-794.

Food and Agriculture Organization/World Health Organization. (1967). Joint FAO/WHO Expert Committee on Zoonoses [meeting held in Geneva from 6 to 12 December 1966]: third report. WHO Tech. Rep. Ser. No. 378. WHO: Geneva. Erişim adresi: https://apps.who.int/iris/handle/10665/40679

FAO/WHO, OIE ve Kouba, V. (Ed.). (1983). Animal Health Yearbook 1982. FAO Animal Production and Health Series, 19. FAO: Rome.

Gracey, J. F. (Ed.). (1986). Bacterial, Viral and Fungal Diseases in Meat Hygiene. (8. bs.) London: English Language Boook Society.

Greek, R. (2012). Zoobiquity: What Animals Can Teach Us About Health and the Science of Healing. *Animals, 2*(4), 559-563. https://doi.org/10.3390/ani2040559

Güner, A. (2001). Escherichia coli Besin Zehirlenmesi. *Hayvancılık Araştırma Dergisi, 11*(1), 68-75.

Güralp, N. (1981). Helmintoloji. (2. bs.) Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.

Hajmeer, M., Cliver, D. O. ve Provost, R. (2003). Spinal cord tissue detection in comminuted beef: comparison of two immunological methods. *Meat Science, 65*(2), 757-763. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(02)00278-4

Halkman, A. K., Doğan, H. B. ve Noveir, M. R. (1994). Gıda maddelerinde Salmonella ve E. coli aranma ve sayılma yöntemlerinin karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. Gıda Teknolojisi Derneği Yayını, Yayın No: 21, 93.

Hayvansal Gıdaların Resmi Kontrollerine İlişkin Özel Kuralları Belirleyen Yönetmelik (2011, 17 Aralık). *Resmi Gazete* (Sayı: 28145). Erişim adresi: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111217-9.htm

Hiçcan, Ö. (2017). Hayvan ve insan sağlığı konusunda bütüncül bir yaklaşım tek sağlık (AB Uzmanlık Tezi). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, https://www.tarimorman.gov.tr. Erişim adresi (16 Ocak 2021): https://www.tarimorman.gov.tr/ABDGM/Link/37/Ab-Uzmanlik-Tezleri

Issa, G., Kahraman, T. ve Kahraman, B. (2010). Prevalence of *Listeria monocytogenes*, Salmonella spp. and Escherichia coli O157:H7 in Raw Milk. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 36*(1), 57-63.

İmren, H. Y. ve Şahal, M. (1988). Evcil Hayvanların Sinir Sistemi Hastalıkları Zoonoz Hastalıkları ve Zehirlenmelerden İleri Gelen Hastalıklar Ders Notları. Hüseyin Yılmaz İmren ve Mehmet Şahal'a ait 1993 yılı ders notları teksiri. Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara.

İnci, A., Doğanay, M., Özdarendeli, A., Düzlü, Ö. ve Yıldırım, A. (2018). Overview of zoonotic diseases in Turkey: The one health concept and future threats. *Türkiye Parazitoloji Dergisi, 42*(1), 39-80.

İssi, M., Gül, Y. ve Or, M. E. (Ed.). (2019). Tüberkülozis. Zoonoz Hastalıklar. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri, 23-29.

Kahraman, T., Ozmen, G., Ozinan, B. ve Omer Goksoy, E. (2010). Prevalence of Salmonella spp. and *Listeria monocytogenes* in different cheese types produced in Turkey. *British Food Journal, 112*(11), 1230–1236. https://doi.org/10.1108/00070701011088214

Kale, M., Akcan Kale, A. S., Kurşun, Ö., Atasever, M. ve Başkaya, R. (2006). Et ve et ürünlerinde BSE-risk materyali var mıdır? *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg., 1*(1-2) 16-19.

Kale, M., Kurşun, O. ve Pehlivanoğlu, F. (2007). Detection of central nervous system tissues as bovine spongiform encephalopathy specified risk material in processed and raw meat products in Turkey. *J. Food Safety, 27*, Article in Press.

Kale, M., Hasırcıoglu, S., Ozturk, C., Akcan Kale, A. S. ve Dogruer, Y. (2011). Detection of central nervous system tissue as bovine spongiform encephalopathy specified risk material in traditional Turkish meat products. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 92*(8), 1653–1656. https://doi.org/10.1002/jsfa.5527

Kaynar, P. (2011). Ülkemiz peynirleri üzerine mikrobiyolojik araştırmalar. *Türk*

Köseoğlu ve Güner (2021). (1), 63-79.

Mikrobiyol. Cemiy. Derg, 41(1), 1-8.

Kuş, F. S., Sevimli, F. K. ve Miman, Ö. (2013). Afyonkarahisar ve Burdur illerinde kesilen sığırlarda cysticercus bovis ve halk sağlığı yönünden önemi. *Turkiye Parazitol Derg, 37*, 262-268.

Kuyucuoğlu, Y. (2011). Brusella hastalığı. *Kocatepe Veterinary Journal, 4*(1), 57-64.

Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. (2001). Erişim adresi (3 Şubat 2006): http://www.ma.gov.uk/animalh/bse/public-health/level-3-srms.html

Marmion, B. P. (1990). Rickettsial diseases of man and animals. *Topley & Wilson's Principles of Bacteriology, Virology and Immunity, 3*, 673-689.

Mebus, C. A., House, C., Gonzalvo, F. R., Pineda, J. M., Tapiador, J., Pire, J. J., Bergada, J., Yedloutschnig, R. J., Sahu, S., Becerra, V. ve Sanchez-Vizcaino, J. M. (1993). Survival of foot-and-mouth disease, African swine fever, and hog cholera viruses in Spanish serrano cured hams and iberian cured hams, shoulders and loins. *Food Microbiology, 10*(2), 133–143. https://doi.org/10.1006/fmic.1993.1014

Momcilovic, D. ve Rasooly, A. (2000). Detection and analysis of animal materials in food and feed. *Journal of Food Protection, 63*(11), 1602–1609. https://doi.org/10.4315/0362-028x-63.11.1602

Nielsen, K. ve Duncan, J. R. (1990). Animal brucellosis. CRC press.

Odabaşıoğlu, F. ve Keleş, T. (1995). Et ve Balık Kurumu'nun özelleştirilmesinin Türkiye hayvancılığı açısından değerlendirilmesi. *Türk Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 7*(4), 16.

Orskow, F. ve Neol, R. K. (Ed.). (1984). Escherichia. In "Bergey's Manual of Systematic Bacteriology". Volume 1. Baltimore: The Williams and Wilkins Company.

Öztürk, F. (1993). Veteriner Viroloji Ders Notları. Feridun Öztürk'e ait 1993 yılı ders notları teksiri. Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji Anabilim Dalı, Konya.

Peacock, E., Jacob, V. W. ve Fallone, S. M. (2001). Escherichia coli O157: H7: etiology, clinical features, complications, and treatment. *Nephrology Nursing Journal, 28*(5), 547-554.

Pomeranz, Y. ve Hui, Y. H. (Ed.). (1992).Foodborne Diseases. In "Encyclopedia of Food Science and Technology". New York: John Willey and Sons Inc.

Prempeh, H., Smith, R. ve Müller, B. (2001). Foot and mouth disease: the human consequences. The health consequences are slight, the economic ones huge. *BMJ, 322,* 565-566. https://doi.org/10.1136/bmj.322.7286.565

Reitsma, C. J. ve Henning, D. R. (1996). Survival of Enterohemorrhagic Escherichia coli O157:H7 During the manufacture and curing of cheddar cheese. *Journal of Food Protection, 59*(5), 460–464. https://doi.org/10.4315/0362-028x-59.5.460

Sağlam, D. ve Şeker, E. (2016). Gıda kaynaklı bakteriyel patojenler. *Kocatepe Veteriner Dergisi, 9*(2), 105-113.

Scallan, E., Hoekstra, R. M., Angulo, F. J., Tauxe, R. V., Widdowson, M.-A., Roy, S. L., Jones, J. L. ve Griffin, P. M. (2011). Foodborne illness acquired in the united states—major pathogens. *Emerging Infectious Diseases, 17*(1), 7–15. https://doi.org/10.3201/eid1701.p11101

Silveira, N. F. A., Silva, N., Contreras, C., Miyagusku, L., De Lourdes, F. Baccin, M., Koono, E. ve Beraquet, N. J. (1999). Occurrence of Escherichia coli O157:H7 in hamburgers produced in Brazil. *Journal of Food Protection, 62*(11), 1333–1335. https://doi.org/10.4315/0362-028x-62.11.1333

Şahin, M., Nazlıcan, E. ve Akbaba, M. (2019). Hayvancılıkla uğraşanlarda zoonotik hastalıklarla ilgili bilgi, tutum ve davranış üzerine kesitsel bir çalışma. *Sakarya Tıp Dergisi, 9*(3), 426-432. https://doi.org/10.31832/smj.539732

Taylor, L. H., Latham, S. M. ve Woolhouse, M. E. J. (2001). Risk factors for human disease emergence. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. *Series B: Biological Sciences, 356*(1411), 983–989. https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0888

Tekinşen, O. C. (1984). Türkiye'de besin kaynaklı başlıca zoonotik hastalıklar, önemi ve kontrolü [Özel Sayı]. *Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi,* 5-16.

Temelli, S. (2002). Gıda zehirlenmesine neden olan E. coli O157:H7 ve önemi. *Uludağ Üniv. J. Fac. Vet. Med., 21*, 133-138.

Türkiye İstatistik Kurumu. (2019a). Kırmızı et üretim istatistikleri, IV. Çeyrek: Ekim–Aralık, 2019. Erişim adresi: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kirmizi-Et-Uretim-Istatistikleri-IV.-Ceyrek:-Ekim---Aralik,-2019-33680

Türkiye İstatistik Kurumu. (2019b). Hayvansal üretim istatistikleri. Erişim adresi: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-2019-33873

T-W-Fiennes, R. N. (Ed.). (1978). Rickettsioses: Zoonoses and Origins and Ecology of Human Diseases. p.75. London: Academic Press.

United States Department of Agriculture. (1998). Proposed rules: meat produced by advanced meat/bone separation machinery and recovery systems. *Federal Register, 63*, 17959-17965.

Wang, G. ve Doyle, M. P. (1998). Survival of Enterohemorrhagic Escherichia coli O157:H7 in water. *Journal of Food Protection, 61*(6), 662–667. https://doi.org/10.4315/0362-028x-61.6.662

Weiss, E., Moulder, J. W. ve Krieg, N. R. (Ed.). (1984). Bergey's Manuel of Systematic Bacteriology, 1. Baltimore, London: The Williams and Wilkins Company.

Yeşilbağ, K. ve Kalkan, A. (2005). Detection of central nervous system tissues as BSE specified risk material in meat products in Turkey. *Food Control, 16*(1), 11–13. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2003.10.008

Yıldırım, T., Sırıken, B. ve Yavuz, C. (2016). Sığır kıyma ve köftelerinde Salmonella spp. varlığı. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 87*(1), 11-23.



ISSN 2757-5470 e-ISSN 2757-9239
akademikdergi@esk.gov.tr